

MUTFAK ARMATÜRÜ TASARIMININ KULLANICILARIN GÖRSEL ALGILARINA GÖRE LOJİSTİK REGRESYON YOLUYLA BELİRLENMESİ

Ezgi AKTAR DEMİRTAŞ¹, A. Sermet ANAGÜN¹, Gülser KÖKSAL^{2*}

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 26030, Eskişehir
Tel: (0 222) 230 39 72 e-posta: eaktar@ogu.edu.tr, sanagun@ogu.edu.tr

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara
Tel: (0 312) 210 22 64 e-posta: koksal@ie.metu.edu.tr

Geliş Tarihi: 7 Kasım 2007 ; Kabul Ediliş Tarihi: 19 Haziran 2008
Bu makale 2 kez düzeltilmek üzere 38 gün yazarlarda kalmıştır.

ÖZET

Yapılan çalışmada, mutfak armatürü tasarımında kullanıcı hislerini analiz ederek tasarım sürecine dahil etmek ve kullanıcıların görsel algılarına göre tasarım niteliklerinin düzeylerini eniyilemek üzere iki aşamalı bir yaklaşım önerilmiş ve uygulanmıştır. İlk aşamada kullanıcıların 38 farklı mutfak armatürünü, görsel algıları ölçmede kullanılan 11 kansei sözcüğüne göre bir anlamsal farklılıklar ölçeğinde değerlendirmeleri istenmiştir. Elde edilen verilerden hareketle kullanıcıların genel tercih puanları ile kansei sözcük puanları arasındaki ilişki Doğrusal Regresyon ve Sıralı Lojistik Regresyon (SLOGREG) kullanılarak araştırılmıştır. İkinci aşamada, kullanıcıların genel tercih puanlarını enbüyükleyen tasarım düzeyleri SLOGREG ile belirlenerek doğrulama çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışma; kullanıcı odaklı ürün tasarımında kullanılabilecek etkili bir yaklaşım önermekte ve bu yaklaşımı mutfak armatürlerinin tasarımı üzerinde göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Kullanıcı Odaklı Ürün Tasarımı, Mutfak Armatürü, Kansei Mühendisliği, Sıralı Lojistik Regresyon

SINK MIXER DESIGN FOR VISUAL PERCEPTIONS OF USERS BY LOGISTIC REGRESSION

ABSTRACT

In this study; a two-stage integrated approach is proposed and implemented to explore user senses about sink mixers and optimization of design levels for visual perceptions. At the first stage, users have been asked to judge 38 different mixer designs by using a semantic differential (SD) scale for 11 image (kansei) words about their visual perceptions. Then the relationships between general preference and kansei scores of users are investigated by Linear Regression and Ordinal Logistic Regression (OLOGREG). At the second stage; the best design parameter levels for visual perceptions are determined to maximize general preference scores by OLOGREG, and the results are validated. This study proposes an approach that can be used for user centered product design in general and demonstrates it for the design of sink mixers.

Keywords: User Centred Product Design, Sink Mixer, Kansei Engineering, Ordinal Logistic Regression

* İletişim yazarı

1. GİRİŞ

Ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabetin inanılmaz boyutlara ulaştığı günümüzde, kullanıcı istek ve beklentilerini karşılayan ürünleri pazara en kısa sürede ve uygun fiyatla sunabilen firmalar önemli bir rekabet avantajına sahip olacaktır. Rekabet ortamında başarılı olmak isteyen firmaların kullanıcı odaklı tasarıma yönelmeleri gerekmektedir.

Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ve KFY'yi destekleyen Üretilbilirlik ve Montaj için Tasarım, Değer Mühendisliği, Hata Türü ve Etkileri Analizi gibi yöntemler; ürünün performans, uygunluk, güvenilirlik, dayanıklılık ve maliyet boyutlarını dikkate alarak kullanıcı odaklı ürünlerin tasarlanmasına yardımcı olur. Mevcut çalışmalarda ürün performansına ilişkin beklentiler dikkate alınmakla birlikte, ürünün kullanıcıda uyandırdığı hissel beklentileri dikkate alan çalışmaların sayısı da giderek artmaktadır (Khalid ve Helander, 2006). Nagamachi tarafından Hiroşima Üniversitesi'nde geliştirilen Kansei Mühendisliği (KM) kullanıcıların göstermiş oldukları psikolojik ve fizyolojik tepkilerden ve hislerini ifade eden sözcüklerden (kansei sözcükleri) hareketle, ürüne duydukları hisleri ölçmek ve bu hisleri tasarım sürecine dahil etmek için kullanılmakta, ürün tasarımında estetik ve algılanan kalite boyutuna odaklanılmaktadır (Nagamachi, 1995).

Kansei Mühendisliği önceden seçilen ürün alanına bağlı kalacak şekilde her biri bir vektör uzayını tarayan iki tanımlama sürecine göre yapılandırılır. Bu süreçler semantik olarak adlandırılan ve kullanıcı hislerini ifade eden kansei sözcük uzayının ve ürün özellikleri uzayının taranmasıdır. Daha sonra hangi ürün özelliklerinin (tasarım nitelikleri ve ilgili düzeyleri) hangi hisleri etkilediğini belirleyebilmek için sentezleme aşamasına geçilir. Sentezleme sonrasında doğrulama çalışmaları yapılarak gerekli görüldüğü durumlarda her iki vektör uzayı güncellenir ve sentezleme işlemi tekrarlanır (Shütte, 2002).

Literatürdeki KM uygulamalarını iki grupta toplamak mümkündür. İlk gruptaki çalışmalar bir

ürün ya da ürün grubu ile ilgili kullanıcı hislerinin (kansei sözcükleri) ve ürün imajlarının belirlenmesine yöneliktir (Zhang ve Shen, 1999; Han vd., 2000; Chuang ve Mab, 2001; Karlsson, 2003; Liu, 2003; Khalid ve Helander, 2004; Creusen ve Schoormans, 2005; Hsiao ve Chen, 2006).

İkinci gruptaki çalışmalar ise kullanıcıların genel tercihlerini etkileyen kansei sözcüklerinin ve sözcükler ile tasarım düzeyleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesine yöneliktir. Araştırmacılar; kullanıcıların genel tercihlerini etkileyen kansei sözcüklerinin belirlenmesinde genel olarak Doğrusal Regresyon Yöntemi'ni (Zhang ve Shen, 1999; Hsu vd., 2000, Chuang vd., 2001), sözcükler ile tasarım düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde ise Korelasyon, Regresyon ve Konjoint Analizi gibi istatistiksel yöntemler ile Yapay Sinir Ağları (YSA), bulanık YSA, gri ilişkisel analiz ve kaba kümeleme gibi diğer yöntemleri kullanmıştır. Jindo ve Hirasago (1997), Nakada (1997), Kwon (1999), Yun vd. (1999), Kim vd. (2003) sözcükler ile tasarım düzeyleri arasındaki ilişkiyi Korelasyon ve Regresyon Analizi; Hsu vd. (2000), Chuang vd. (2001) Konjoint Analizi; Hsiao and Huang (2002), Hsiao ve Tsai (2005); Lai vd. (2005) ve Lai vd. (2006) ise YSA ve diğer yöntemler ile belirlemiştir.

Analizlerde kullanılan verilerin elde edilmesi aşamasında Osgood vd. (1957) tarafından geliştirilen Anlamsal Farklılıklar ölçeği kullanılmaktadır. Ürünler olumlu-olumsuz kansei sözcük çiftlerine göre 5-9'lu ölçekte değerlendirilir. Sıralı ölçekle ölçülen bu veriler kategorik yapıdadır. Dolayısı ile analizlerde mevcut istatistiksel yöntemleri kullanmak bazı sakıncalar yaratmaktadır. Örneğin Doğrusal Regresyon Analizi'nin kullanılabilmesi için kullanıcıların genel tercih ve kansei sözcük puanlarının ürünler bazında ortalaması alınarak bağımlı ve bağımsız değişkenler sürekli hale getirilmektedir. Ancak sıralı ölçekle ölçülen verilerin ortalamasını almak doğru değildir. Ayrıca, ortalama değerlerin kullanılması veri kaybına neden olmakta, genel tercihe etki edebilecek bazı etkileşimler göz ardı edilmektedir. Benzer şekilde Konjoint Analizi ile ikili

etkileşim etkilerini hesaplamak mümkün değildir. Mevcut çalışmalarda kansei sözcüklerinin ve tasarım düzeylerinin genel tercih üzerindeki etkisi araştırılırken ikili etkileşim etkileri ihmal edilmiştir. Diğer taraftan YSA gibi karmaşık yöntemler kullanılarak modelleme yapmak zordur. Firma çalışanlarının bu tip yöntemleri ve yöntemlere ilişkin yazılım ve araçları pratik ve etkili bir şekilde kullanmasını beklemek mümkün değildir. Bu sebeple kansei sözcükleri ve tasarım düzeyleri ile genel tercih puanı arasındaki ilişkinin araştırılmasında, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin sıralı ölçekle ölçüldüğü durumlarda kullanılabilen, ikili etkileşim etkilerini dikkate alan ve istatistiksel bir yöntem olan Sıralı Lojistik Regresyon (SLOGREG) önerilmiştir.

Yapılan çalışmada, seçilen ürün alanına bağlı kalacak şekilde sözcük ve ürün özellikleri uzayı taranarak, sentezleme aşamasına geçilmiştir. Sentezleme aşaması iki adımdan oluşmaktadır. İlk adımda genel tercihe etki eden kansei sözcükleri ile genel tercih puanı arasındaki ilişki Doğrusal Regresyon ve SLOGREG ile araştırılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. İkinci adımda ise genel tercih puanları ile tasarım düzeyleri arasındaki ilişki SLOGREG ile araştırılarak kullanıcıların görsel algılarına göre eniyi tasarım düzeyleri belirlenmiştir. İlk adımdaki SLOGREG modeli, ikinci adımda SLOGREG'in önerdiği en çok tercih edilen tasarım seçeneklerinin kullanıcılar tarafından nasıl betimlendiği ve bu ürünlerin imajları hakkında bilgi vermektedir.

Yapılan doğrulama çalışmaları da SLOGREG modelinin önerdiği tasarım seçeneklerinin tercih edilme olasılığının yüksek olduğunu ve kullanıcılar tarafından beğenilen ürün imajlarının birinci adımda elde edilen SLOGREG modeli ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

2. ÜRÜN ALANININ SEÇİMİ

Uygulamanın yapıldığı lavabo, banyo, mutfak armatürleri ve banyo aksesuarları tasarlayan ve üreten firmada tasarımcıların oluşturduğu kavramsal tasarımların üretilebilir hale getirilmesinden önce

kullanıcı hislerinin analizi ve tasarım sürecine dahil edilmesine yönelik bir çalışmanın yapılmadığı bilinmektedir. Çalışma konusu olarak, ise lavabo ve banyo armatürüne kıyasla, kullanıcıların duygu ve hislerini etkileyebilecek daha fazla faktöre sahip olan mutfak armatürleri seçilmiştir. Fazla sayıda ürünün kullanıcılarca değerlendirilmesi zor ve zaman alıcı olduğundan çalışma; pazarlama bölümünden alınan bilgiler doğrultusunda kullanıcılarca daha çok tercih edilen lavaboya montajlı, standart, su çıkış borusu gövdenin üzerinde, tek açma-kapama kollu ve fiyatları da birbirine yakın olan ev tipi modellerle sınırlı tutulmuştur.

3. SEMANTİK UZAYIN TARANMASI

Üzerinde çalışılacak ürünün belirlenmesinden sonra kullanıcıların görsel algılarını ifade eden kansei sözcükleri Shütte'nin (2002) önerdiği gibi mevcut literatür, ürün katalogları, dergiler ve kullanım kılavuzlarını inceleyerek ve satış temsilcileri, potansiyel ve deneyimli kullanıcılarla yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda toplanmış, olumlu-olumsuz sözcük çiftleri olarak listelenmiştir. Kullanıcıların bu sözcükleri kullanarak ürünlere ilişkin çizimleri değerlendirecek olmalarından dolayı, görsel hisleri açıklayan sözcüklerin ön planda olmasına dikkat edilmiştir. Armatürde kol ve su çıkış borusunun şekilsel olarak kavrama ve kullanım kolaylığını etkilediği düşünüldüğünden "kavramak zor-kolay", "yıkama için elverişli-elverişsiz" sözcük çiftleri de listede yer almıştır.

Çok sayıda sözcük kullanmak anket süresini uzatarak veri kalitesinin düşmesine de sebep olacağından görsel hisleri ifade eden 47 sözcük çiftinin tasarım bölümünde görev yapan bir yönetici ve iki ürün tasarımcısı tarafından Yakınlık Diyagramı ile gruplanması istenmiştir. Yapılan gruplama işlemi sonucunda Tablo 1'de görülen 11 sözcük grubu elde edilmiş, kullanıcıların ürünle ilgili genel tercihlerini ölçmek için ise "genel olarak kötü-iyi" sözcük çifti de listeye eklenmiştir.

Tablo 1. Kansei Sözcük Çiftleri

1.Kavramak zor-kolay	5.Mat-Parlak	9.Yıkama için elverişsiz-elverişli
2.Sıradan-Sıradışı	6.Geleneksel-Yenilikçi	10.Uçuk-Makul
3.Parçalar uyumsuz-uyumlu	7.Kaba-Zarif	11.Köşeli-Yuvarlak
4.Göze batıyor-hitap ediyor	8.Sade-Gösterişli	12.Genel olarak İyi-Kötü

4. ÜRÜN ÖZELLİKLERİ UZAYININ TARANMASI

KM literatüründe ürüne ilişkin nitelik ve düzeylerin ne şekilde belirleneceğine dair çok kaynak bulunmamaktadır. Ancak ürünle ilgili teknik belgeler, konu ile ilgili literatür, kullanım kılavuzları, uzmanlar ve deneyimli kullanıcılarla yapılan görüşmeler nitelik ve düzeylerin belirlenmesinde kullanılabilir (Shütte, 2002).

Analizlerde kullanılacak nitelik sayısı genellikle 6-7 olup bu sayı 10-15'e kadar çıkarken, düzey sayısı 2-5 arasında değişmektedir. Seçilen niteliklere ilişkin düzey sayıları, kestirimi yapılacak parametre sayısını vermektedir (Malhotra, 1996).

Tek açma kapama kollu mutfak armatürleri kendine özgü nitelik ve düzeyleri olan iki ana gruba ayrılmıştır. Gruplar açma-kapama kolunun konumu (yanda ve üstte) dikkate alınarak oluşturulmuştur. Açma kapama kolu üstte ve yanda olan modellere

ilişkin nitelik ve düzeyler Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmiştir.

Açma-kapama kolu yanda olan mutfak armatürleri için toplam tasarım alternatifi sayısı $2^1 \times 3^3 \times 4^1 = 216$, üstte olan modeller için ise $3^2 \times 4^2 = 144$ adettir. Ancak fazla sayıda alternatifi tasarlanması ya da her birinin üretilerek kullanıcıya sunulması pratikte mümkün değildir. Ayrıca, kullanıcıların tüm alternatifleri sıralamasını ya da puanlamasını istemek sağlıklı sonuç vermeyebilir. Bu sebeple Taguchi'nin L-16 ortogonal tasarımı (Phadke, 1989) kullanılarak, açma-kapama kolu yanda ve üstte olan iki ürün grubu için 16 farklı ürün kombinasyonu elde edilmiştir. Ürün kombinasyonlarına ilişkin üç boyutlu çizimler oluşturulmuştur. Kullanıcıların görsel algıları; elde edilen ürün kombinasyonları ve piyasada mevcut olan 3'er ürünün üç boyutlu çizimleri kullanılarak ölçülmüştür. Açma-kapama kolu üstte ve yanda olan modeller için elde edilen kombinasyonlar Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2'deki son üç ürün piyasada mevcut olan ürünlerdir.

Tablo 2. Açma-kapama Kolu Üstte Olan Modellere İlişkin Nitelik ve Düzeyler

Nitelikler	Düzeyler			
Gövde Geometrisi	1.Silindirik	2.Tek Gövde	3.Kübik	
Boru Tipi	1.Köşeli	2.Yuvarlak	3.Kuğu	
Kol Tipi	1.Düz	2.Delikli	3.Çubuk	4.Joystick
Renk	1.Krom	2.Mat Krom	3.Krom Altın	4.Granit

Tablo 3. Açma-kapama Kolu Yanda Olan Modellere İlişkin Nitelik ve Düzeyler

Nitelikler	Düzeyler			
Gövdenin Konumu	1.Yatay	2.Dikey		
Gövde Geometrisi	1.Silindirik	2.Konik	3.Kübik	
Boru Tipi	1.Köşeli	2.L-Tipi	3.Yuvarlak	
Kol Tipi	1.Düz	2.Delikli	3.Çubuk	
Renk	1.Krom	2.Mat Krom	3.Krom Altın	4.Granit



Şekil 1. Tasarım Seçenekleri (Kol Üstte)



Şekil 2. Tasarım Seçenekleri (Kol Yanda)

5. SENTEZLEME

Sentezleme aşamasında, kansei sözcükleri ile ürün çizimlerinin kullanıcılar tarafından eşleştirilebilmesi için bir anket tasarlanmıştır. Tasarlanan anket iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, kullanıcıların kişisel bilgilerini içeren cinsiyet, medeni durum, sosyal statü, gelir seviyesi ve yaş gibi demografik sorular yer almaktadır. İkinci bölümde ise ürünlerin kansei sözcüklerine göre değerlendirilebilmesi için 7'li Anlamsal Farklılıklar ölçeği kullanılmıştır. Hazırlanan anketin güvenilirliğini, faktör yapılarını ve geçerliliğini test etmek üzere hedef kitle ile benzer özellikler gösteren farklı yaş, cinsiyet, meslek ve gelir gruplarından 38 kişiye anket uygulanmıştır. Kullanıcılara farklı ürün seçeneklerinden biri rassal olarak gösterilerek ankette yer alan 12 soruyu cevaplamaları istenmiştir. SPSS kullanılarak yapılan güvenilirlik analizleri sonucunda elde edilen Cronbach alfa katsayısı 0,665'tir. Cronbach alfa katsayısının 0,6'dan yüksek olması ölçeğin oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir (Özdamar, 2005).

Güvenilir bulunan anketler kullanılarak Şekil 1 ve 2'de yer alan ürünler tüm örneklem grubu tarafından değerlendirilerek sonuçlar analiz edilmiştir. Firmanın pazarlama yetkilileri ve pazar araştırmalarına göre; mutfak armatürünü kullanan kişilerin %70'ini kadınlar oluşturmaktadır. İç piyasada bu markayı tercih eden tüm kullanıcıların sayısı (anakütledeki birey sayısı) ise tam olarak bilinmemektedir. Bu sebeple bu markayı tercih eden (p) ve etmeyen ($1-p$) kullanıcı oranı 0.5 olarak kabul edilmiş (Kish, 1995); (1) no'lu eşitlik kullanılarak, %95 güven seviyesinde ($\alpha=0.05$), %1 hata payı ile ($e= 0.01$) gereken örnek büyüklüğü 96 olarak hesaplanmıştır.

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{e^2} \quad (1)$$

Kullanıcı kitlesinin %70'i kadınlardan oluştuğu için tabakalı örneklemedeki orantılı dağıtım yaklaşımı kullanılarak 70'i kadın, 30'u erkek olmak üzere 100 kullanıcıya anket uygulanmıştır.

Tercih puanı üzerinde etkisi olan kansei sözcüklerinin belirlenmesi aşamasında literatürdeki

Doğrusal Regresyon Analizi ve önerilen SLOGREG kullanılarak, her iki yöntemle elde edilen modeller karşılaştırılmıştır.

5.1. Kansei sözcükleri ile genel tercih puanı arasındaki ilişkinin Doğrusal Regresyon Analizi ile belirlenmesi

Her ürün için, her i kansei sözcüğünün aldığı ortalama puan (\bar{X}_i) ve ortalama genel tercih puanından (\bar{Y}) oluşan veri kullanılarak, \bar{Y} ve \bar{X}_i ler arasındaki ilişki Doğrusal Regresyon Analizi ile araştırılmıştır. Toplam sözcük sayısı 11 olduğundan, ikili etkileşimlerin dikkate alınmadığı modeldeki toplam bağımsız değişken sayısı 11, ikili etkileşimlerle birlikte toplam değişken sayısı ise 66 olmaktadır. Analizlerde puan ortalamalarının kullanılmasından dolayı toplam gözlem sayısı ise 38'dir. Değişken sayısının gözlem sayısından fazla olması (serbestlik dereceleri) ve bu sebeple tüm ikili etkileşimlerin modele dahil edilememesi nedeniyle Adım Adım Regresyon (Stepwise Regression), İleriye Doğru Seçim (Forward Selection), Geriye Doğru Eleme (Backward Elimination) ve Eniyi Alt Kümeler (Best Subsets) yöntemleri kullanılarak çeşitli modeller elde edilmiştir.

Hiyerarşik olmayan yaklaşım benimsenerek bu modeller içinden standart hatası (s) en düşük, belirlilik katsayısı (R^2) en yüksek olan model seçilmiş, analiz sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Buna göre model, verideki değişimin %74,9'unu açıklayabilmektedir. Modelde yer alan sabit terim dışındaki terimlerin herbiri anlamlılık testini geçmiştir ($p \leq 0,05$). Yapılan artık değer analizleri, modelin varsayımlarının sağlandığını göstermektedir.

Modelde; "göze batıyor-göze hitap ediyor", "yıkama için elverişsiz-elverişli", "köşeli-yuvarlak" sözcükleri ile "kaba-zarif" ve "yıkama için elverişsiz-elverişli" etkileşimleri yer almaktadır. Model incelendiğinde, göze hitap eden yuvarlak geometriye sahip yumuşak hatlı armatürler kullanıcıların genel tercih puan ortalamasını artırmaktadır. Yıkama için elverişli olmasının yanı sıra kullanıcı tarafından zarif olarak tanımlanan armatürlerin de genel tercih puan ortalamasını artırdığını söylemek mümkündür.

Tablo 4. Doğrusal Regresyon Modeli

Regresyon Modeli					
Y_ort = 0.949 + 0.722 X4 - 0.570 X9 + 0.240 X11 + 0.0978 X7*X9					
Tahminleyici	Katsayı	St.Hata	T	P	
Sabit terim	0.9493	0.7380	1.29	0.207	
X4	0.7221	0.1235	5.85	0.000	
X9	-0.5703	0.1773	-3.22	0.003	
X11	0.2403	0.1089	2.21	0.034	
X7*X9	0.09782	0.03559	2.75	0.010	
S = 0.588153 R-Sq = 74.9% R-Sq(adj) = 71.9%					
Varyans Analizi					
Kaynak	Sd	SS	MS	F	P
Regresyon	4	34.1102	8.5275	24.65	0.000
Hata	33	11.4155	0.3459		
Toplam	37	45.5257			

5.2. Kansei sözcükleri ile genel tercih puanı arasındaki ilişkinin Sıralı Lojistik Regresyon Analizi ile belirlenmesi

Lojistik Regresyon, bağımlı değişkenin kategorik (ikili, üçlü, çoklu), bağımsız değişkenlerin sürekli/kategorik olduğu durumlarda, aralarındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılır. Bu yöntemde bağımsız değişkenlerin (X_i) bağımlı değişken (Y) üzerindeki etkileri olasılık olarak hesaplanmaktadır. SLOGREG, bağımlı değişkenlerin sıralı ölçekle ölçüldüğü durumlarda kullanılmaktadır (Hosmer ve Lemeshow, 2000). SLOGREG ile tüm sözcüklerin ikili etkileşimleri

k : Değerlendirmede kullanılacak sözcük sayısı ($k=11$)

a_i : i . duruma ilişkin sabit terim ($i= 1, \dots, m-1$)

x_j : j . Kansei sözcüğü için tercih puanı

β_j : j . Kansei sözcüğüne ilişkin katsayı ($j= 1, \dots, k$)

θ_i : i . duruma ilişkin lojit bağlantı fonksiyonu ($i= 1, \dots, m-1$)

λ_i : i durumunu da içeren birikimli olasılık değeri

Tüm sözcük ve ikili etkileşimlerin yer aldığı modelde katsayıları önemli bulunan sözcük ve etkileşimler

$$\lambda_i = P(Y \leq i) \quad ; \quad P(Y = m) = 1 - \lambda_{m-1}, \quad i = 1, \dots, m-1 \quad (2)$$

$$\theta_i = a_i + \sum_{j=1}^k \beta_j X_j + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{k-1} \beta_{ij} X_i X_j, \quad i = 1, \dots, m-1 \quad (3)$$

$$\theta_i = \log e \left(\frac{\lambda_i}{1 - \lambda_i} \right); \quad \lambda_i = \frac{1}{1 + e^{-\theta_i}}, \quad i = 1, \dots, m-1 \quad (4)$$

modele dahil edilmiş, puan ortalamaları yerine her bir kullanıcının puanı dikkate alınmıştır.

Hosmer ve Lemeshow (2000) tarafından kullanılan notasyonun yazarlar tarafından çalışmaya uyarlanmış hali izleyen şekildedir:

m : Karşılaşılabilecek durum (bağımlı değişkenin alabileceği değer) sayısı ($m=7$)

($p < 0,05$) için analizler tekrarlanmış, elde edilen lojit model λ_5 için (5) no'lu eşitlikte gösterilmiştir:

$$\theta_5 = 4,285 - 0,066X_1 - 0,073X_2 - 0,144X_3 - 0,289X_4 + 0,055X_5 - 0,182X_7 - 0,092X_{10} - 0,077X_{11} \quad (5)$$

Pearson ve Sapma χ^2 istatistiğine ilişkin p değerleri sırası ile 0,598 ve 1 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen

p değerlerinin 0,05'ten büyük olması %5 anlamlılık düzeyinde modelin verilere uymadığını söylemek için yeterli istatistiksel kanıt olmadığını göstermektedir.

Modelde ikili etkileşim etkilerinin kritik olmadığı görülmektedir. Ancak bu durum her zaman geçerli olmayabilir. Örneğin; yuvarlak hatlı ya da mat renkli ürünler daha çok tercih edilirken yuvarlak hatlı olup mat olmayan (parlak renkli) ürünler kullanıcılar tarafından daha çok beğenilebilir.

Doğrusal Regresyon Analizi ile elde edilen modele göre göze hitap eden, yuvarlak hatlara sahip; hem yıkama için elverişli hem de zarif olan ürünler genel beğeniyi arttırırken; (5) no'lu eşitlikte gösterilen SLOGREG modeline göre; kavraması kolay, sıradışı, göze hitap eden, parlak olmayan (mat), zarif, iddaalı olmayan (makul) ve yuvarlak hatlara sahip armatürler lojistik fonksiyonun değerini ve λ_5 olasılığını azaltmakta, tercih puanlarının 5'in üzerinde olma olasılığını ise arttırmaktadır.

Elde edilen model; tercih puanı yüksek olan armatürlerin kullanıcılar tarafından nasıl betimlendiği bilgisini vermektedir. Bu bilgi; yeni ürün tasarımında ya da mevcut tasarımların iyileştirilme sürecinde kullanılabilir. Prototip aşamasındaki ürünleri kullanıcılara betimleterek, genel beğenilerini bu modeli kullanarak tahmin etmek ve böylece ürünleri hızlıca test etmek mümkün olabilir.

6. ENİYİ TASARIM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Açma-kapama kolu üstte ve yanda olan modeller için kullanıcıların "armatürü genel olarak nasıl buldunuz" sorusuna vermiş oldukları puanları eniyileyen tasarım düzeyleri SLOGREG ile belirlenmiştir. Literatürde Hsu vd. (2000) ve Chuang vd. (2001) tarafından kullanılan Konjoint Analizi'nde tasarım niteliklerine ilişkin önem oranlarının ve düzey fayda katsayılarının hesaplanması yöntemin bir

üstünlüğüdür. Önem oranı gövde geometrisi, kol tipi, renk gibi niteliklerin; fayda katsayıları ise niteliklere ilişkin düzeylerin kullanıcıların tercihleri üzerindeki etkisini belirlemekte kullanılmaktadır. Diğer taraftan Konjoint Analizi ile ikili ve daha yüksek mertebeden etkileşim etkilerinin hesaplanamaması sonuçların doğruluğunu etkilemektedir.

SLOGREG, Konjoint Analizi'nin yarattığı bu sakıncayı ortadan kaldırmaktadır.

SLOGREG analizinde ikili etkileşim etkilerinin hesaplanabilmesi için tasarım düzeyleri; açma-kapama kolu üstte olan modeller için Tablo 5'te görüldüğü gibi kukla değişkenler şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 5. Tasarım Düzeylerine İlişkin Kukla Değişkenler (Kol Üstte)

G. Geometri	X ₁	X ₂		
Silindirik	0	0		
Tek Gövde	1	0		
Kübik	0	1		
Boru Tipi	X ₃	X ₄		
Köşeli	0	0		
Yuvarlak	1	0		
Kuğu	0	1		
Kol Tipi	X ₅	X ₆	X ₇	
Düz	0	0	0	
Delikli	1	0	0	
Çubuk	0	1	0	
Joystick	0	0	1	
Renk	X ₈	X ₉	X ₁₀	
Krom	0	0	0	
Mat Krom	1	0	0	
Krom Altın	0	1	0	
Granit	0	0	1	

SPSS'te yapılan analizler sonucunda; $P(Y \leq 5)$ olasılığını hesaplamada kullanılan lojistik fonksiyon (θ_5) elde edilmiştir (6 no'lu eşitlik):

Elde edilen modelin verilere uygunluğu (goodness of fit) incelendiğinde Pearson ve Sapma χ^2 istatistiklerine ilişkin p değerlerinin 0,254 ve 0,271 olarak hesaplandığı

$$\begin{aligned} \theta_5 = & -1,301 - 0,005(1 - X_1) + 4,584(1 - X_2) - 1,824(1 - X_3) + 3,101(1 - X_4) - 1,769(1 - X_5) + 1,686(1 - X_6) \\ & + 1,141(1 - X_7) + 0,138(1 - X_8) - 1,2(1 - X_9) + 1,495(1 - X_{10}) + 1,850(1 - X_1)(1 - X_3) - 1,844(1 - X_1)(1 - X_6) \\ & - 1,594(1 - X_2)(1 - X_3) - 4,197(1 - X_2)(1 - X_4) - 1,418(1 - X_2)(1 - X_5) + 3,029(1 - X_3)(1 - X_5) \end{aligned} \quad (6)$$

Tablo 6’da görülmektedir. p değerlerinin 0,05’ten büyük olması da modelin %5 anlamlılık düzeyinde verilere uyduğunu göstermektedir.

Tablo 6. Modelin Verilere Uygunluk Testi (Kol Üstte)

	χ^2	serbestlik derecesi	p
Pearson	23,739	20	0,254
Sapma	23,373	20	0,271

(6) no’lu eşitliğe göre (θ_5) değerini enküçükleyen ve $P(Y \geq 6)$ olasılığını enbüyükleyen düzeyler X vektörü ile gösterilmiştir:

$$X = (0,0,1,0,0,0,1,0,0,1)$$

$$\theta_5 = -2,225 \quad P(Y \leq 5) = 0,098$$

$$P(Y \geq 6) = 1 - P(Y \leq 5) = 0,902 \text{ dir.}$$

Diğer bir ifade ile silindirik gövdeli, yuvarlak borusu olan, joystick kolu, granit renkli bir armatür için $P(Y \geq 6)$ çıkma olasılığı 0,902’dir.

Benzer şekilde, açma-kapama kolu yanda olan modeller için tasarım düzeyleri Tablo 7’de görüldüğü gibi kukla değişkenler şeklinde ifade edilmiştir.

SPSS’te yapılan analizler sonucunda; $P(Y \leq 5)$ olasılığını hesaplamada kullanılan lojit fonksiyon (θ_5) elde edilmiştir (7 no’lu eşitlik):

Pearson ve Sapma χ^2 istatistiklerine ilişkin p değerleri 0,168 ve 0,07 olarak hesaplanmıştır (Tablo 8). p değerlerinin 0,05’ten büyük olması verilerin %5 anlamlılık düzeyinde modele uyduğunu göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre en iyi tasarım seçeneği X vektörü ile gösterilmiştir:

$$X = (1,1,0,1,0,1,0,0,0,0)$$

$$\theta_5 = -3,382$$

$$\begin{aligned} \theta_5 = & -1,336 - 1,337(1 - X_1) + 3,249(1 - X_2) - 0,187(1 - X_3) + 3,570(1 - X_4) + 1,035(1 - X_5) + 4,034(1 - X_6) \\ & + 0,087(1 - X_7) - 1,499(1 - X_8) - 0,190(1 - X_9) - 1,292(1 - X_{10}) + 1,571(1 - X_1)(1 - X_3) + 0,784(1 - X_1)(1 - X_5) \\ & - 1,607(1 - X_2)(1 - X_4) - 1,928(1 - X_2)(1 - X_5) - 4,282(1 - X_4)(1 - X_6) \end{aligned} \quad (7)$$

Tablo 7. Tasarım Düzeylerine İlişkin Kukla Değişkenler (Kol Yanda)

G. Konum	X_1		
Yatay	0		
Dikey	1		
G. Geometri	X_2	X_3	
Silindirik	0	0	
Konik	1	0	
Kübik	0	1	
Boru Tipi	X_4	X_5	
Köşeli	0	0	
L-tipi	1	0	
Yuvarlak	0	1	
Kol Tipi	X_6	X_7	
Düz	0	0	
Delikli	1	0	
Çubuk	0	1	
Renk	X_8	X_9	X_{10}
Krom	0	0	0
Mat Krom	1	0	0
Krom Altın	0	1	0
Granit	0	0	1

Tablo 8. Modelin Verilere Uygunluk Testi (Kol Yanda)

	χ^2	serbestlik derecesi	p
Pearson	27,090	21	0,168
Sapma	31,283	21	0,069

$$P(Y \leq 5) = 0,033$$

$$P(Y \geq 6) = 1 - P(Y \leq 5) = 0,967 \text{ dir.}$$

Dikey ve konik gövdeli, L-tipi su çıkış borusu olan, delikli açma-kapama kolu, krom bir armatürün genel tercih puanının 6 ve üzerinde çıkma olasılığı 0.967'dir.

$P(Y \geq 6)$ olasılığını enbüyükleyen düzeylere karşı gelen tasarım seçenekleri Şekil 3'te sunulmuştur.

7. DOĞRULAMA

SLOGREG modeli ile elde edilen ve Şekil 3'te görülen tasarım seçeneklerinin kullanıcılar tarafından gerçekten tercih edilip edilmediğini ve ürün imajlarının ilk aşamadaki SLOGREG modeli ile uyumlu olup olmadığını belirlemek için doğrulama çalışması yapılmıştır. Erdural'ın (2006) kullanmış olduğu ve EK 1'de özetlenen Delta Yöntemi ile $P(Y \geq 6)$ olasılıkları için güven aralıkları oluşturulmuştur.

Açma-kapama kolu üstte olan ürünlerde $P(Y \geq 6)$ olasılığı için güven aralıkları

$$\alpha = 0,05 \text{ için}$$

$$(L_p, U_p) = (0,83, 0,95)$$

$$\alpha = 0,01 \text{ için}$$

$$(L_p, U_p) = (0,80, 0,96)$$

Açma-kapama kolu yanda olan ürünlerde olasılığı için güven aralıkları

$$\alpha = 0,05 \text{ için}$$

$$(L_p, U_p) = (0,89, 0,986)$$

$$\alpha = 0,01 \text{ için}$$

$$(L_p, U_p) = (0,85, 0,99)$$

Şekil 3'teki tasarım seçenekleri 35 kişi tarafından değerlendirilerek elde edilen $P(Y \geq 6)$ olasılıklarının oluşturulan güven aralığı içerisinde olup-olmadığı belirlenmiştir. Açma-kapama kolu üstte olan ürün için 35 kullanıcıdan 29'unun genel tercih puanı 5 ve 5'in üzerinde; 28'inin genel tercih puanı ise 6 ve 7'dir. Bu durumda $P(Y \geq 6)$ olasılığı 0,80 olmaktadır. %95 ve %99 güven seviyesinde $P(Y \geq 6)$ olasılığına ilişkin güven aralığının alt sınır değerleri sırası ile, %83 ve %80 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda tasarım seçeneğinin %99 güven seviyesinde güven aralığı içerisinde olduğu görülmektedir.

SLOGREG modelinin önerdiği tasarım seçeneklerinin kullanıcıların zihinlerinde yarattığı imajın bölüm 4.2'de elde edilen modelle uyumlu olup olmadığını belirlemek için kansei sözcüklerine verilen puanlar ve (2-4) eşitlikleri kullanılarak $P(Y \geq 6)$ olasılığı hesaplanmış, sonuçlar gerçek puan değerleri ile EK.2'nin son iki sütununda karşılaştırılmıştır. Son iki



Şekil 3. $P(Y \geq 6)$ Olasılığını Enbüyükleyen Tasarım Seçenekleri

sütun incelendiğinde, tahminlemenin %86 oranında doğru olduğu görülmektedir. Ayrıca EK.2'deki tabloya göre 35 kullanıcının 22'si açma-kapama kolunun kolay kavranabildiğini, 22'si sıradışı olduğunu, 27'si parçaların birbiri ile uyumlu olduğunu, 33'ü göze hitap eden bir ürün olduğunu düşünmektedir. Ürün 33 kullanıcıda "mat" hissi yaratmıştır. 28 kullanıcı, ürünü zarif ve makul olarak değerlendirmektedir. Ürün 31 kullanıcıda yuvarlak hatlara sahip izlenimi yaratmıştır. Bu durumda sözcükler ile genel tercih puanı arasındaki ilişkinin belirlenmesinde kullanılan SLOGREG modelinin geçerli ve genel tercih puanlarını tahminlemede etkili olduğu söylenebilir.

Açma-kapama kolu yanda olan ürünler için 35 kullanıcıdan 30'u ürüne 6 ve 7 puan vermişlerdir. Bu durumda $P(Y \geq 6)$ olasılığı 0.86 olmaktadır. Doğrulama sonucunda elde edilen olasılık değeri, %99 güven seviyesinde $P(Y \geq 6)$ olasılığına ilişkin güven aralığının içerisinde yer almaktadır. Kansei puanları dikkate alınarak elde edilen tahmini $P(Y \geq 6)$ olasılıkları ile gerçek puanlar karşılaştırıldığında tahminlemenin %83 oranında doğru yapıldığı görülmektedir (EK 3). 35 kullanıcının 31'i açma-kapama kolunun kolay kavranabildiğini, 27'si sıradışı, 32'si parçaların birbiri ile uyumlu ve 31'i göze hitap eden bir ürün olduğunu düşünmektedir. Ürün 30 kullanıcıda "mat" hissi yaratmıştır. 30 kullanıcı, ürünü zarif, 29 kullanıcı makul olarak değerlendirmektedir. Ürün 17 kullanıcıda yumuşak (yuvarlak) hatlara sahip izlenimi yaratmıştır. Su çıkış borusunun L-tipi olması ürünün "sert hatlı" ve köşeli olduğunu düşündürmektedir. Elde edilen sonuçlara göre kansei sözcükleri ile genel tercih puanları arasındaki ilişkiyi belirlemede kullanılan SLOGREG modelinin açma-kapama kolu yanda olan ürünler için de geçerli olduğu teyit edilmiştir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmanın ilk aşamasında mutfak armatürleri için kullanıcı hislerini etkileyen ürün imajları, ikinci aşamada ise açma-kapama kolu üstte ve yanda olan ürün grupları için kullanıcıların görsel algılarını eniyileyen tasarım düzeyleri SLOGREG ile

belirlenmiştir. İlk aşamadaki model, ikinci aşamada en çok tercih edildiği belirlenen tasarım seçeneklerinin kullanıcılar tarafından ne şekilde betimlendiğini göstermektedir. Diğer bir ifade ile bu model, kullanıcılar tarafından beğenilen ürünlerin imajları hakkında ipuçları vermektedir.

SLOGREG modelinin önerdiği tasarım seçeneklerinin kullanıcılar tarafından tercih edilmediği ve bu ürünlerin kullanıcıların zihinlerinde oluşturduğu imajın ilk aşamada elde edilen modelle uyumlu olup olmadığını test etmek için doğrulama çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen tasarım seçeneklerinin 35 kişilik bir kullanıcı grubu tarafından değerlendirilmesi istenmiş, tercihlere göre elde edilen olasılıkların ilgili güven aralıklarında olup olmadığı kontrol edilmiştir. Ayrıca kullanıcıların SLOGREG'in önerdiği tasarım seçeneklerini ilk aşamada elde edilen modelle uyumlu şekilde betimledikleri de görülmüştür.

Çalışmada kullanılan yaklaşım genel olarak ürün tasarımı optimizasyonunda kullanılabilir, mevcut alternatiflerin zayıf yanlarını gideren etkili bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım; kategorik yapıdaki verilerin analizinde kullanılabilen, etkileşim etkilerini dikkate almakta öte yandan modelleme aşamasında belirli bir uzmanlık gerektirmektedir. Doğrulama sonuçları somut olarak göstermiştir ki; SLOGREG modelinin önerdiği ürünlerin 6 ve üzerinde puan alması olasılığı, oldukça yüksektir.

Maliyet ve zaman kısıtları nedeniyle yalnızca tüm kullanıcılar için SLOGREG modeli oluşturularak en iyi tasarım düzeyleri belirlenmiş, en iyi düzeylere karşı gelen ürünler için doğrulama çalışmaları yapılmıştır. Analizler farklı kullanıcı grupları için tekrar edilerek firmaya sunulabilir. Böylece firmadaki karar vericilere hangi müşteri grupları için hangi seçeneğin sunulacağı konusunda yardımcı olunabilir. Benzer çalışma firmanın üretmekte olduğu diğer ürün grupları (banyo, lavabo armatürleri, banyo aksesuarları) için de yapılarak en iyi tasarım düzeyleri belirlenebilir.

Yapılan çalışmalar, kullanıcıların görsel algılarına göre en iyi tasarım seçeneklerini belirlemeye yöneliktir.

Bir sonraki aşamada kullanıcıyı görsel yönden tatmin eden ürünün güvenilirliğini, sağlamlığını ve performansını en iyilemek gerekmektedir. Bu bağlamda; Kalite Fonksiyon Yayılımı, Üretilbilirlik ve Montaj için Tasarım, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Deney Tasarımı ve Değer Analizi gibi yöntemlerden yararlanılarak kullanıcıyı tatmin eden, kolay üretilbilir ve montajlanabilir, düşük maliyetli prototipler ile seri üretim aşamasına geçmek mümkün olabilir.

KAYNAKÇA

1. Chuang, M.C., Chang, C.C., Hsu, S. H. 2001. "Perceptual factors underlying user preferences toward product form of mobile phones", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27, 247-258.
2. Chuang, M.C., Mab Y.C. 2001. "Expressing the expected product images in product design of micro-electronic products", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27, 233-245.
3. Creusen, M.E.H., Schoormans, J.P.L. 2005. "The different roles of product appearance in consumer choice", *The Journal of Product Innovation Management*, 22, 63-81.
4. Erdural, S. 2006. *A Method for Robust Design of Products or Processes with Categorical Response*, METU, Ankara.
5. Han, S.H., Yun, M.H., Kim, K.J., Kwank, J. 2000. "Evaluation of product usability: development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26 (4), 477-488.
6. Hosmer, D.W., Lemeshow, S. 2000. *Applied Logistic Regression (2nd edition)*, John Wiley & Sons, New York.
7. Hsiao, K.A., Chen, L.L. 2006. "Fundamental dimensions of affective responses to product shapes", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 553-564.
8. Hsiao, S.W., Huang, H.C. 2002. "A neural network based approach for product form design", *Design Studies*, 23, 67-84.
9. Hsiao, S.W., Tsai, H.C. 2005. "Applying a hybrid approach based on fuzzy neural network and genetic algorithm to product form design", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35 (5), 411-428.
10. Hsu, S.H., Chuang, M.C., Chang, C.C. 2000. "A semantic diferential study of designers' and users' product form perception", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 375-391.
11. Jindo, T., Hirasago, K. 1997. "Application studies to car interior of Kansei engineering", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 105-114.
12. Karlsson, B.S.A., Aronsson, N., Sevansson, K.A. 2003. "Using semantic environment description as a tool to evaluate car interiors", *Ergonomics*, 46 (13-14), 1408-1422.
13. Khalid, H.M., Helander, M.G. 2004. "A framework for affective customer needs in product design", *Theoretical Issues in Ergonomics*, 5 (1), 27-42.
14. Khalid, H.M., Helander, M.G. 2006. "Customer emotional needs in product design", *Concurrent Engineering: Research and Application*, 14 (3), 197-206.
15. Kim, J., Lee, J., Choi, D. 2003. "Designing emotionally evocative homepages: an empirical study of the quantitative relations between design factors and emotional dimensions", *International Journal of Human-Computer Studies*, 59, 899-940.
16. Kish, L. 1995. *Survey Sampling*, John Wiley and Sons, New York.
17. Kwon, K.S. 1999. "Human sensibility ergonomics in product design", *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 3 (1), 51-62.
18. Lai, H.H., Lin, Y.C., Yeh, C.H. 2005. "Form design of product image using grey relational analysis and neural network models", *Computers and Industrial Engineering*, 32, 2689-2711.
19. Lai, H.H., Lin, Y.C., Yeh, C.H., Wei, C.H. 2006. "User-oriented design for the optimal combination on product design", *International Journal of Production Economics*, 100 (2), 253-267.
20. Liu, Y. 2003. "Engineering aesthetics and aesthetic ergonomics: theoretical foundations and dual process research methodology", *Ergonomics*, 46 (13-14), 1273-1292.
21. Malhotra, N.K. 1996. *Marketing Research, An Applied Orientation*, Prentice Hall International, Georgia Institute of Technology.
22. Nagamachi, M. 1995. "Kansei Engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 3-11.
23. Nakada, K. 1997. "Kansei engineering research on the design of construction machinery", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 129-146.
24. Osgood, C.E., Suci, G.J., Tannenbaum, P.H. 1957. *The Measurement of Meaning*, Champagne, University of Illinois Press.
25. Özdamar, K. 2005. *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri*

- Analizi (Çok Değişkenli Analizler), 5. Basım, Etam A.Ş., Eskişehir.
26. Phadke, M. 1989. Quality Engineering Using Robust Design, Prentice Hall, New Jersey.
27. Shütte, S. 2002. Integrating Kansei Engineering Methodology in Product Development, Linköping Studies in Science and Technology, Sweden.
28. Yun, M.H., Han, S.H., Kim, K.J., Han, S. 1999. “Measuring customer perceptions on product usability: development of image and impression attributes of consumer electronic products”, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, Texas, 486-490.
29. Zhang, L., Shen, W. 1999. Sensory Evaluation of Commercial Truck Interiors, SAE Technical Paper Series, Michigan.

EK 1. Güven Aralığı Hesabı

$P(Y \geq 6)$ olasılığı için güven aralıkları izleyen şekilde hesaplanmaktadır:

p : İlgilenilen olayın gerçekleşme olasılığı

$Cov(p)$: Kovaryans matrisi

$$G = (\partial p / \partial \beta_0, \partial p / \partial \beta_1, \partial p / \partial \beta_2, \dots, \partial p / \partial \beta_k)$$

$$Var(p) = G Cov(p) G^T$$

$$q = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

$$Var(q) = \frac{1}{p^2(1-p)^2} Var(p)$$

q için güven aralığı;

$$L = q - z_{\alpha/2} Var(q)$$

$$U = q + z_{\alpha/2} Var(q)$$

p için güven aralığı;

$$U_p = \frac{1}{1 + e^{-U}}$$

$$L_p = \frac{1}{1 + e^{-L}}$$

EK 2. Doğrulama Sonuçları (Kol Üstte)

Kullanıcı	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_7	X_{10}	X_{11}	$P(Y \leq 5)$	$P(Y \geq 6)$	\hat{Y}	Y
1	5	7	5	4	1	7	5	6	0,491	0,509	> 5	6
2	6	4	5	6	3	7	5	6	0,412	0,588	> 5	7
3	4	5	5	6	2	5	5	7	0,485	0,515	> 5	6
4	5	7	5	7	1	5	3	7	0,393	0,607	> 5	7
5	3	5	6	7	2	6	4	6	0,392	0,608	> 5	6
6	6	3	6	5	2	6	7	6	0,452	0,548	> 5	6
7	6	4	3	5	2	6	5	5	0,605	0,395	≤ 5	5
8	2	4	7	5	3	6	5	7	0,505	0,495	> 5	7
9	2	4	4	5	5	6	5	4	0,688	0,312	≤ 5	4
10	5	6	6	5	2	6	5	5	0,479	0,521	> 5	6
11	5	4	5	5	1	6	7	5	0,492	0,508	> 5	7
12	6	7	6	6	1	5	6	6	0,365	0,635	> 5	7
13	5	3	4	6	4	3	4	7	0,674	0,326	≤ 5	3
14	5	6	5	6	1	6	6	5	0,407	0,593	> 5	6
15	7	4	5	7	2	6	7	5	0,334	0,666	> 5	7
16	6	6	4	7	1	7	5	5	0,337	0,663	> 5	4
17	3	6	5	5	2	5	6	6	0,552	0,448	≤ 5	6
18	3	4	2	5	2	4	5	4	0,771	0,229	≤ 5	3
19	4	7	4	6	3	6	6	6	0,449	0,551	> 5	6
20	4	6	5	6	2	6	5	7	0,422	0,578	> 5	6
21	6	7	5	7	2	4	4	5	0,450	0,550	> 5	7
22	7	5	5	5	1	6	5	5	0,486	0,514	> 5	6
23	3	6	6	6	1	5	4	5	0,495	0,505	> 5	7
24	5	6	5	6	1	5	5	5	0,475	0,525	> 5	6
25	3	4	3	6	3	4	6	5	0,661	0,339	≤ 5	3
26	7	3	5	6	1	6	5	4	0,470	0,530	> 5	6
27	7	7	5	5	2	3	4	5	0,620	0,380	≤ 5	6
28	4	5	5	6	1	6	5	5	0,464	0,536	> 5	7
29	5	4	6	7	2	6	7	6	0,315	0,685	> 5	7
30	5	4	5	6	5	6	4	6	0,524	0,476	≤ 5	6
31	4	5	6	6	1	4	6	7	0,458	0,542	> 5	7
32	5	7	4	6	2	5	5	6	0,487	0,513	> 5	6
33	5	6	5	7	1	4	7	6	0,385	0,615	> 5	6
34	4	5	6	6	4	5	6	3	0,530	0,470	≤ 5	5
35	5	6	7	4	3	7	6	5	0,461	0,539	> 5	6

EK 3. Doğrulama Sonuçları (Kol Yanda)

Kullanıcı	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₇	X ₁₀	X ₁₁	P(Y ≤ 5)	P(Y ≥ 6)	\hat{Y}	Y
1	5	7	5	5	4	7	6	5	0,456	0,544	> 5	6
2	7	5	5	6	5	7	5	4	0,443	0,557	> 5	7
3	7	5	6	5	3	5	6	5	0,500	0,500	≤ 5	6
4	4	6	7	7	2	5	3	3	0,445	0,555	> 5	6
5	5	4	5	7	5	6	7	4	0,422	0,578	> 5	7
6	7	5	7	5	4	6	7	5	0,410	0,590	> 5	6
7	6	4	5	5	3	6	5	3	0,586	0,414	≤ 5	3
8	5	3	7	6	4	6	7	5	0,408	0,592	> 5	6
9	5	5	6	5	2	7	5	3	0,490	0,510	> 5	7
10	6	5	7	5	3	6	6	2	0,493	0,507	> 5	7
11	5	5	6	4	4	7	7	5	0,505	0,495	≤ 5	6
12	6	7	6	7	4	7	6	6	0,261	0,739	> 5	6
13	5	6	5	6	5	7	7	4	0,413	0,587	> 5	7
14	6	3	7	6	4	6	6	4	0,433	0,567	> 5	6
15	7	7	6	5	3	6	6	2	0,476	0,524	> 5	7
16	5	6	5	7	2	7	5	7	0,299	0,701	> 5	4
17	5	5	7	4	4	6	7	6	0,496	0,504	> 5	6
18	7	6	5	5	2	4	5	4	0,591	0,409	≤ 5	6
19	4	7	6	6	4	6	6	4	0,429	0,571	> 5	6
20	6	4	5	6	2	6	5	7	0,425	0,575	> 5	7
21	7	5	4	7	4	5	4	5	0,487	0,513	> 5	6
22	7	6	5	4	4	6	7	5	0,535	0,465	≤ 5	6
23	5	7	6	7	2	4	4	5	0,431	0,569	> 5	7
24	6	4	5	6	1	5	6	4	0,491	0,509	> 5	6
25	6	5	3	6	6	4	6	2	0,687	0,313	≤ 5	3
26	7	4	5	6	1	6	5	4	0,451	0,549	> 5	7
27	6	6	5	5	2	3	4	4	0,670	0,330	≤ 5	4
28	5	5	4	6	3	6	5	6	0,492	0,508	> 5	6
29	5	6	6	6	4	7	7	3	0,383	0,617	> 5	7
30	7	6	7	7	5	6	5	2	0,367	0,633	> 5	6
31	5	7	5	6	2	4	6	5	0,493	0,507	> 5	6
32	3	5	7	7	1	5	3	5	0,428	0,572	> 5	7
33	4	5	6	5	2	6	6	5	0,491	0,509	> 5	6
34	5	5	5	4	3	7	7	6	0,508	0,492	≤ 5	6
35	5	4	6	6	2	5	4	4	0,531	0,469	≤ 5	5