

KULLANICI MERKEZLİ TASARIM VE ÜRÜN KULLANILABİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dişyar AKAY ve Mustafa KURT

Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Maltepe, 06570, Ankara
divar@gazi.edu.tr, mkurt@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 21.03.2007; Kabul/Accepted: 23.01.2008)

ÖZET

Kullanıcı merkezli tasarım, ürün tasarımının kullanıcı beklentileri altında şekillendiği ergonomi odaklı bir ürün geliştirme yaklaşımıdır. Ürünlerin kullanıcı merkezli (kullanılabilir) tasarımı için araştırılan kriterler, ergonomi literatüründe performans ve hissel beklentiler olmak üzere iki farklı başlık altında toplanmaktadır. Bu çalışmada ağırlıklı olarak hissel beklentileri dikkate alan kullanıcı merkezli tasarım ve ürün kullanılabilirliğine yönelik bir literatür araştırması sunulmuştur. Literatür araştırmasının ardından konuyla ilgili değerlendirmelere yer verilmiş ve gelecekte üzerinde durulması gerekli konu başlıklarına değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, kullanıcı merkezli tasarımı, ürün kullanılabilirliği.

A LITERATURE REVIEW ON USER CENTERED DESIGN AND PRODUCT USABILITY

ABSTRACT

User-centred design (UCD), a design process shaping the product in accordance with the users' expectations, is an ergonomics-oriented product design approach. In the ergonomics literature, the required criteria related to user centred (usable) product design are classified into two major categories: performance and emotional expectations. In this study, a literature review on the user-centred design and the product usability which places greater emphasis on emotional expectations is provided. Following the review, the relevant evaluation and implications for further research is also provided.

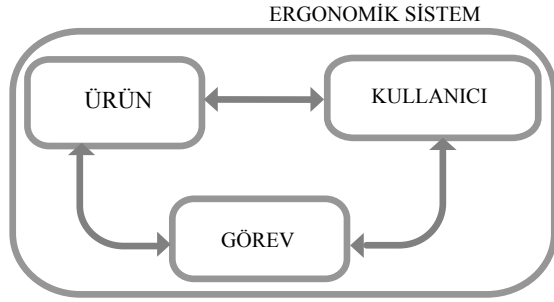
Keywords: Ergonomics, user centred design, product usability.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Müşteri beklentilerinin sürekli değiştii günümüz pazar ortamında yalnızca teknik mükemmelliğe sahip ürünler tasarlamak firma başarısı için yeterli gözükmemektedir. Artık ürün ergonomisi, ürün kullanılabilirliği, ürüne duyulan his gibi müşteri gözünde ürüne değer katan yeni beklentiler ön plana çıkmaya başlamıştır. Kullanıcı merkezli tasarım (KMT), tasarım sürecinin bu kullanıcı beklentileri altında şekillendiği ergonomi odaklı bir ürün geliştirme yaklaşımıdır [1, 2, 3, 4]. Ergonomi insan-makine ve çevre sistemi arasındaki ilişkinin incelenerek, yapılan işin, kullanılan ürün veya ekipmanın insana uygun hale getirilmesidir. Pheasant [5] ergonominin amacını ürün-kullanıcı-görev etkileşiminin en iyi şekilde tanımlanması olarak açıklamaktadır (Şekil 1).

KMT'da ki beklentilerin karşılanması da bu etkileşimin tanımlanması ve analiziyle mümkündür. Ergonomik tasarımlı ürünleri pazara sürmek, teknik özellikleri birbirine benzer ürünlerin üretildiği pazar ortamında başarıyı artıran bir faktör konumuna gelmiştir. Üreticilerin reklamlarında ve ürün üzerinde sıkça kullanıcı dostu veya ergonomik tasarım gibi ifadeleri kullanması KMT'nın üreticiler için de önemli olduğunu göstermektedir [6].

Müşteri için hangi ürün özelliklerinin anlamlı olduğunu anlamak ve müşteriden gelen geri beslemeleri de dikkate alarak ürünün tasarım sürecini yönetmek önemli bir konudur. [7, 8]. Tasarımcılar ürünleri tasarlarlarken kullanıcı gereksinimlerini ve beklentilerini, ürünlerin kullanıcıda uyandırdığı



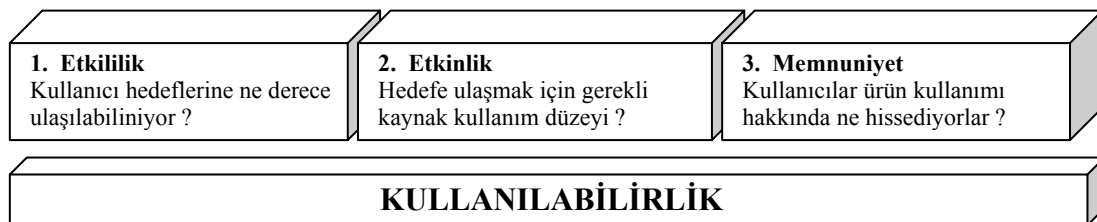
Şekil 1. Kullanıcı merkezli tasarım: ergonomik sistem, ürün, kullanıcı, görev ve aralarındaki etkileşim (User centred design: ergonomics system, product, user, task and interaction among them)

memnuniyeti dikkatlice değerlendirmek zorundadır. Tasarımcıların varsayımları, nihai ürünün kullanıcı ile etkileştiğinde nasıl bir performans sergileyeceği hakkındaki tahminlere dayanır. Bununla birlikte, tasarımcının ürünün kullanımı ve performansı hakkında yaptığı tahminler her zaman kullanıcı beklentilerini karşılamaz. Tasarımcının tahminleri ve ürünün gerçek kullanımı arasındaki bu türden uyumsuzluklar kullanıcı memnuniyetsizliğine yol açar [9]. Kötü tasarlanmış ürünler, hem kullanıcının üretici firmaya karşı görüşlerini etkilemekte hem de firmanın kötü tasarlanmış ürün için sonradan ek maliyetlere katlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ürün tasarım sürecinin kullanıcı beklentileri doğrultusunda yürütülmesi önemli bir konudur.

Bu makalede kullanıcı merkezli tasarım ve ürün kullanılabilirliğine yönelik bir literatür araştırmasına yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde ürün kullanılabilirliği konusuna kısa bir giriş yapıldıktan sonra kullanılabilirlik boyutları (performans ve hissel) açıklanmıştır. Üçüncü bölüm, ürün kullanılabilirliğinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalara ayrılmıştır. mada hissel beklentileri dikkate alan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Dördüncü bölümde mevcut çalışmaların ışığında konuyla ilgili genel değerlendirmeler yer almıştır. Ayrıca gelecekte üzerinde durulması gereken konu başlıklarına değinilmiştir. Beşinci bölümde ise sonuçlar yer almaktadır.

2. ÜRÜN KULLANILABİLİRLİĞİ (PRODUCT USABILITY)

Kullanılabilirlik, bilgisayarların insan hayatına girmesi ve bunun sonucunda insan-bilgisayar etkileşimindeki zorlukların üstesinden gelme mantığı ile ortaya atılmıştır. Kullanılabilirlik kavramı, etkililik,

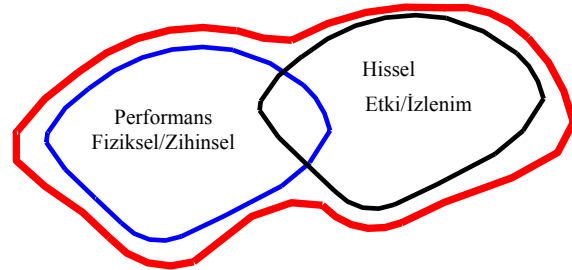


Şekil 2. Kullanılabilirlik kavramının üç temel niteliği (Three basic attributes of usability concept)

etkinlik, performans ve kullanıcı memnuniyeti gibi bir dizi kavram içermektedir. Kullanılabilirlik fonksiyonellikle ilgili olmasına rağmen bu iki kavram birbirinden farklı anlamlara sahiptir. Fonksiyonellik bir ürünün sahip olduğu özellikleri, işlemleri belirtirken kullanılabilirlik bu özelliklerin, işlemlerin nasıl uygulandığı ile ilgilidir [10]. Kullanılabilirlik, kullanıcının ürün kullanımı ile sonuçlanan başarımlarının nasıl olduğu ile ilgilidir [11]. Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) [12] kullanılabilirliği şu şekilde tanımlamıştır: "Bir ürün belirli kullanıcılar tarafından belirli amaçlar için, belirlenmiş ortamlarda ne kadar etkili, etkin ve memnuniyet verici şekilde kullanılmaktadır." Bu tanım içerisinde üç temel nitelik yer almaktadır [13]. Bu nitelikler Şekil 2'de gösterilmiştir.

KMT ve kullanılabilirlik iç içe geçmiş kavramlardır. Her iki yaklaşımda da temel amaç kullanıcıyı tasarım sürecinin tüm aşamalarına katarak kullanıcı beklentilerini en iyi şekilde karşılamaktır [14-17]. Ürünlerin kullanıcı merkezli (kullanılabilir) tasarımı için araştırılan kriterler, ergonomi literatüründe iki başlık altında toplanmaktadır [18, 19]. Bunlar, performans ve hissel beklentilerdir (Şekil 3). Performans beklentileri ISO'nun [12] kullanılabilirlik tanımıda yer alan etkililik ve etkinlik boyutlarıyla, hissel beklentiler ise memnuniyet boyutuyla ilişkilendirilebilir. Bu kavramlar aşağıda açıklanmıştır:

KULLANILABİLİRLİK



Şekil 3. Kullanılabilirlik boyutları arasındaki ilişki (Interrelation between usability dimensions)

Performans (Fiziksel ve Zihinsel) Beklentileri: Kullanılabilirliğin performans yönü, kullanıcının belli bir amaca ulaşmak için bir ürünü kullanırken ne kadar etkili ve verimli olduğunu açıklar. Performans, kullanıcının ürünü kullanırken, fiziksel ve zihinsel olarak ne kadar çaba harcadığının veri olarak kullanılmasıdır. Performans, genellikle yapılacak işlerin doğruluğu ve hızı bakımından objektif ve niceliksel olarak

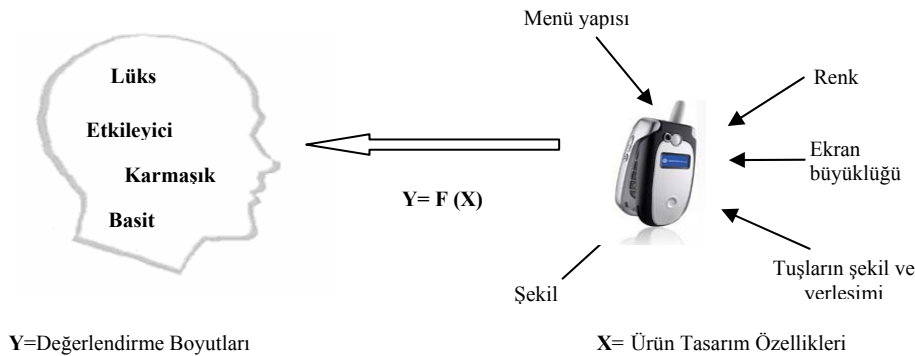
ölçülmektedir. Bu nedenle, performans beklentilerinin karşılanıp karşılanmadığını standart yöntemlerle değerlendirmek mümkündür.

Hissel Beklentiler: Görünüm, izlenim ve etki yönü, bir ürünle ilgili düşünce ve duygularla, ondan edinilen etkiyle ya da ürünle ilgili değerlendirme görüşleriyle ilgilidir. Bununla beraber, bazı subjektif terimler örneğin, memnuniyet ya da tercih kullanılabilirliğin geleneksel tanımı içinde küçük bir parça olarak dikkate alınmaktadır. Görünüm, izlenim ve etki; hem bir ürünle ilgili olarak tatmin ve tercih, hem de üründen kaynaklanan duygusal izlenim ya da hissi de içeren daha geniş bir kavramdır. Hissel etki kullanıcının tasarım detaylarına karşı gösterdiği psikolojik tepkiler bütünüdür [3]. Bu psikolojik tepkiler ürünün fiziksel özellikleriyle kullanıcı duyuları arasındaki etkileşimden doğar. Hissel beklentiler, duygusal, hissel ve hedonik kalite olarak da isimlendirilmektedir. Hissel beklentilerin ölçülmesinde subjektif ve objektif metotlar kullanılmaktadır. Subjektif metotlar ürün karakteristiklerinin derecelendirilmesine ve genel olarak ürünün subjektif değerlendirilmesine dayalı yöntemleri içerir. Objektif yöntemler ise yüz ifadesi, ses tonu ve fizyolojik sinyallerde meydana gelen değişimlere bağlı değerlendirmelerdir [4].

Hissel veya performans beklentilerinden hangisinin ön plana çıktığı kullanılan ürüne, kullanım ortamına ve, kullanıcı profiline (yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi vb.) bağlıdır. Örneğin, NC tezgahında çalışan bir operatör için etkililik, etkinlik, güvenlik gibi performans kriterleri ön plana çıkarken, bir tilt makinesi için tatmin, memnuniyet ve, ürüne duyulan his beklentileri ön plandadır (Şekil 4).



(a) (b)
Şekil 4. a) NC tezgahı b) Tilt makinesi (a) NC machine b) Tilt machine)



Şekil 5. Kavramsal ilişki modeli (Conceptual relationship model)

3. ÜRÜN KULLANILABİLİRLİĞİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR (STUDIES RELATED TO PRODUCT USABILITY)

Bu bölümde performans ve hissel beklentileri dikkate alan çalışmalara yer verilmiştir. Konuyla ilgili çalışmalar çoğunlukla ISI ve EI indekslerinde taranan yayınlar içerisinden seçilmiştir. Araştırmada Web of Science, Scopus ve Engineering Village veritabanlarından faydalanılmıştır. Kaynak araştırmasında geriye doğru bir zaman kısıtlamasına gidilmemiştir. Bununla birlikte konuyla ilgili son 10 yılda yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir.

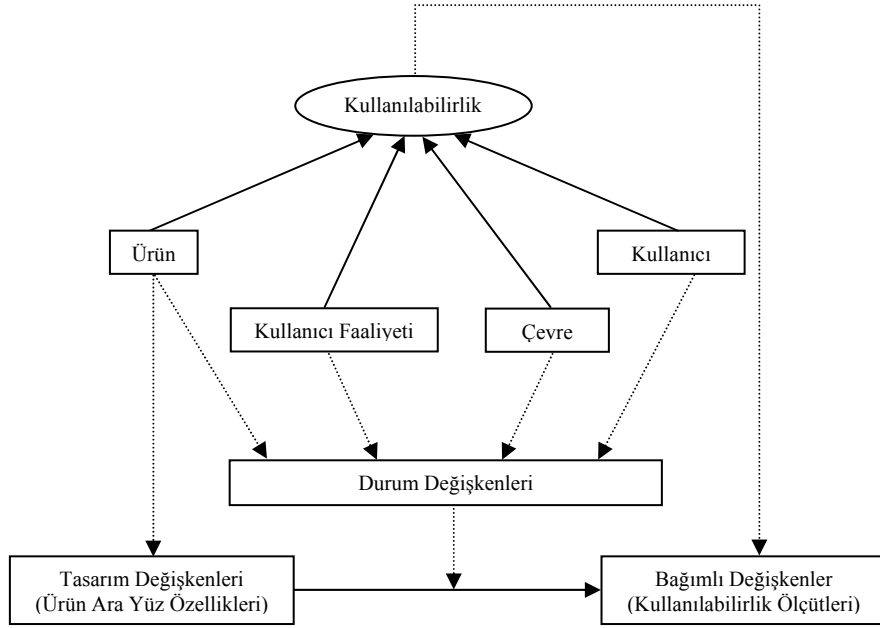
Literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmı ürün tasarım özellikleriyle ürün kullanılabilirliği arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına yöneliktir. Daha önce bahsedildiği üzere bir ürün için kullanılabilirlik çok boyutlu yapıdadır (performans ve hissel). Bir ürünün lüks, çekici, basit, tutarlı gibi farklı özellikleri karşılaması istenebilir. Örneğin, bir müşteri için ürün lüks imajına sahipse, arkasından doğal olarak “onu lüks yapan nedir ?” sorusu akla gelecektir. Bu soruya cevap verebilmek için, ürün kullanılabilirliği ile ürün tasarım özellikleri arasındaki ilişki açıklanmalıdır (Şekil 5) [20].

Kwahk ve Han [21], durum değişkenlerinin de ürün kullanılabilirliğinin belirlenmesinde önemli bir unsur olduğunu belirtmişlerdir.

Durum değişkenleri olarak ürün, kullanıcı faaliyeti, çevre ve kullanıcıdan oluşan dört bileşenli iskelet modeli önerilmiştir. (Şekil 6). Bu çerçevede yer alan bileşenler kısaca açıklanmıştır.

Ürün: Değerlendirilecek ürünün şekil ve durumu (kağıt tabanlı tanımlar, bilgisayar tabanlı prototipler veya tamamlanmış ürünler), ürün hattının seviyesi (prestij, kitle-pazar veya düşük değer), ürün tipi/kategorisi, etiket ismi, satış sonrası servis kalitesi vb. bilgiler kullanılabilirlik değerlendirmesini etkiler.

Kullanıcı Faaliyeti: Kullanım sıklığı, kullanım süresi, ilk kullanım veya uzun süreli kullanım, zorunlu veya seçmeli kullanım, karmaşıklık, kritiklik, yanlış kullanım sonuçları, iletişim çeşitliliği (görsel,



Şekil 6. Kullanılabilirlik değerlendirme çerçevesi (Usability evaluation framework)

dokunma veya işitsel), faaliyetin dinamikliği (kullanma veya gözlemleme), belirli bir amacın veya hedefin mevcut olup olmadığı gibi kullanıcı faaliyetlerine bağlı olarak kullanılabilirlik değerlendirmesi şekillenebilir.

Çevre: Ürünün kullanıldığı çevre ergonomi çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Kullanıcı performansının karanlık, soğuk ve gürültülü ortamlarda düştüğü bilinen bir gerçektir.

Kullanıcı: Kullanıcı değişkenleri toplam beş kategori de sınıflandırılmıştır: demografik/sosyal, fiziksel/psikomotor/fizyolojik karakteristikler, bilgi/tecrübe karakteristikleri, algısal/bilişsel karakteristikler ve duygusal/psikolojik karakteristikler.

Öznel tatmin (hissel beklentiler), orijinal kullanılabilirlik anlayışının bir parçası olmasına rağmen, kullanılabilirlik çalışmalarının çoğu, kullanıcı tarafından yerine getirilen görevlerin doğruluk ve hızı gibi nesnel (objektif) performansla ilgilidir. Nielsen [22] tarafından yapılan bir araştırmaya göre; kullanılabilirlikle ilgili çalışmaların 87%'den fazlası nesnel (etkinlik ve etkililik kriterlerine) performansla bağlantılıdır. Bununla birlikte, kullanıcılar üründe sadece performans ile değil aynı zamanda ürünün kendilerinde uyandırdığı görüntü, etki ve haz ile de ilgilenmektedir. Örneğin, bazı tüketim malları sadece kullanıcının yerine getireceği görev ile ilgili bir araç değil aynı zamanda kullanıldığı ortamdaki (örneğin oturma odasındaki bir televizyon) bir dekorasyondur. Bunun için kullanılabilirliği tanımlamada bir ürünün hissel etkisi performans durumu kadar önem taşımaktadır. Günümüzde çalışmalar hissel görüşleri vurgulayan kullanılabilirlik anlayışının genişletilmiş bu hali üzerinde yoğunlaşmaktadır [4]. Mevcut çalışmalarda performans beklentileri dikkate

alınmakla birlikte, kronolojik sıraya göre çalışmalar incelendiğinde de görüleceği üzere hissel beklentileri dikkate alan çalışmaların sayısının arttığı dikkat çekmektedir [3, 23].

Kullanılabilirliğin hissel boyutuyla ilgili ilk çalışmalar Kansei Mühendisliği (KM) ile başlamıştır. Kansei japonca ürüne duyulan his anlamına gelmektedir. KM, tüketicinin algıladıklarının ve duygularının, hissedilebilir ve dokunabilir objelere dönüştürülmesini sağlayan müşteri odaklı bir ürün geliştirme teknolojisidir [24]. Gelişmiş bir KM sistemi 5 alt veritabanına ayrılır: kansei veritabanı, görünüm/etki veritabanı, bilgi veritabanı, tasarım ve renk veritabanı. KM, otomobil [25], renkli fotokopi makinesi [26], mutfak [27], otomobil iç tasarımı [28, 29], ayakkabı [30] ve iş makinesi [31] gibi ürünlerin tasarımına başarıyla uygulanmıştır.

Kullanıcı dostu ergonomik ürün geliştirme stratejisi olarak "High Touch" yöntemi geliştirilmiştir [32, 33]. "High Touch" bir ürün ile ilgili kullanıcı ihtiyaçlarının ergonomistler ve diğer tasarımla ilgili uzmanlar tarafından sistematik bir şekilde adım adım ürün tasarım unsurlarına dönüştürülmesidir. İş analizi, mevcut ürün kullanım tecrübeleri ve odak grup yöntemleri kullanılarak ürünle ilgili insan karakteristikleri ve insan-ürün ara yüz unsurları gibi ergonomik değerlendirme kriterleri belirlenir. Tasarlanacak ürün hiyerarşik olarak fonksiyonlarına ayrılır. Bu fonksiyonlarla önceden belirlenmiş olan ergonomik kriterlerin birbiriyle bir ilişkisi bir matriste tanımlanır. Matrisin hücreleri ürün fonksiyonlarıyla ergonomik kriterler arasında herhangi bir uyumsuzluk, eksiklik veya soruna işaret edecek şekilde doldurulur. Bu işaretler yeni ürün fonksiyonlarının tasarlanması veya ürünle ilgili yeni fikirlerin doğmasına yardımcı olur.

Yun vd. çalışmalarında [34], 25 görünüm boyutuyla 52 tasarım değişkeni arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Benzer bir çalışma da küçük elektronik ürünlerden beklenen görünüm özelliklerinin belirlenmesi için yapılmıştır [35]. Kwon [36], çok amaçlı doğrusal programlama yönteminden yararlanarak insan duygularını/hislerini tasarım unsurlarına dönüştürecek bir metot önermiştir. Korelasyon analizi ve regresyon analizinden faydalanılarak ürüne duyulan his ile tasarım özellikleri arasındaki ilişki belirlenmiş ve buradan elde edilen veri ile kurulan çok amaçlı doğrusal programlama modeli çözülerek kullanıcı isteklerine uygun tasarım özellikleri ortaya çıkarılmıştır.

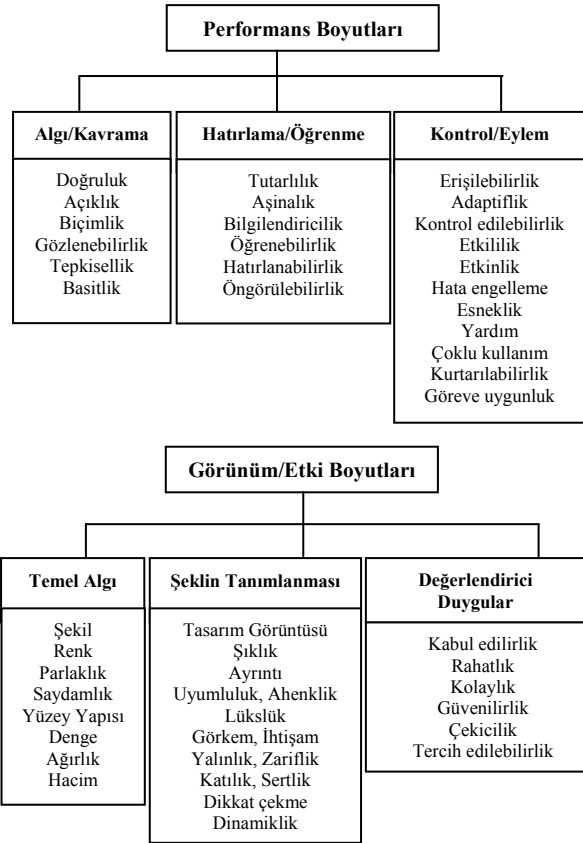
Han vd. [18, 19], tüketim mallarına yönelik performans ve hissel beklentileri inceleyen sistematik bir çalışmanın eksikliğine değinmişlerdir. Çalışmalarında, elektronik tüketim mallarının kullanılabilirliğinin, kullanıcıların hissettikleri görünüm/etki ve ürün performansının birlikte değerlendirilmesiyle mümkün olabileceğini vurgulamışlardır. Bir ürünün insan ara yüzü, kullanıcının gördüğü, duyduğu, dokunduğu ya da işittiği nesnelere toplamı olarak tanımlanmıştır. Bunlar; boyut, genişlik gibi tasarım değişkenleridir. Diğer bir deyişle bunlar, kullanılabilirlik noktasında bir ürünün özellikleridir. Han vd. [18] ürün ara yüz unsurlarının ürün performansı ve görünümü üzerindeki etkisinin modellemek için performans ve görünüm/etki boyutlarını Şekil 7'de ki gibi detaylandırmışlardır.

Birinci grup, kullanıcının performansını ölçen performans boyutları olarak tanımlanmıştır. Daha sonra performans boyutları, algı/kavrama, hatırlama/öğrenme ve kontrol/eylem olmak üzere üç grupta sınıflandırılmıştır.

Algı/ıdrak kategorisi, kullanıcının bir ürünün ara yüzünü yorumlama ve algılama düzeyini belirlemeye yönelik kullanılabilirlik boyutlarını içermektedir. Hatırlama/öğrenme boyutu, kullanıcıların ürüne alışma hızı ve ürünün fonksiyonlarını hatırlama düzeyini açıklamaktadır. Kontrol/eylem kategorisi ise kullanıcı kontrol faaliyetleri ve bunun sonuçlarını açıklamaktadır.

İkinci grup, kullanıcının ürün görünümü ve etkisi ile ilgili algısını ölçen boyutlar olarak tanımlanmıştır. Temel algı, ürün şeklinin tanımlanması ve değerlendirici duygular olmak üzere üç kategoride incelenmiştir. Temel algılar ürün tarafından ilk görünüşte algılanan etki ve basit görünüm ile ilgili boyutlardır. Tanımlama kategorisi ürün izleniminin kullanıcının kendi deneyimine dayalı olarak tanımlanmasını içermektedir. Son olarak, değerlendirici duygular, ürün hakkındaki yargısal ya da davranışsal duyguları açıklamaktadır.

Daha sonra ara yüz unsurları ile kullanılabilirlik boyutları (23 performans boyutu, 25 görünüm/etki



Şekil 7. Kullanılabilirlik boyutları (Usability dimensions)

boyutu) arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak üzere bir model geliştirilmiştir [18,19]. Ara yüz unsurlarını ölçmek üzere 4 farklı skaladan uygun olanı kullanılmıştır ve bunlar aşağıda tanımlanmıştır.

- Değerlendirme/takdir: Değerlendirme skalası kullanılarak ara yüz unsuruna uygun değerini verme
- Ölçüm: Ara yüz unsurunun fiziksel boyutunu ölçme
- Kategori: Ara yüz unsuru için uygun bir kategori seçme
- Çift değişkenli seçim: Evet ya da hayır seçme

Ara yüz unsurlarının ölçüm değerleri 36 farklı sesli/görüntü elektronik ürün üzerinden toplanmıştır. Bu 36 farklı ürün içerisinde CD çalar, VCR gibi çeşitli ürünler yer almıştır. Farklı yaş gruplarından 30 kullanıcı, ürünleri her bir kullanılabilirlik boyutu için 0-100 görsel analog skalasında değerlendirmiştir (Tablo 1).

Değerlendirme sırasında kullanıcılara ürünlere dokunmaları ve çalıştırmaları için izin verilmiştir. Ara

Tablo 1. “Zarafeti” değerlendirmek için görsel skala (A visual scale for the evaluation of adjective – “elegance”)

Boyut	Zarafet		
Tanım	Bir ürünün zarif olma derecesi		
İlgili kelimeler	Zarif, kibar, hoş vs.		
Değerlendirme ölçeği	0 kesinlikle hoş değil	50 orta	100 kesinlikle zarif

yüz unsurları bağımsız değişken, kullanılabilirlik boyutları bağımlı değişken alınarak regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Kurulan 48 regresyon denklemi, kullanılabilirlik boyutları ile ara yüz unsurları arasındaki ilişki yapısını ortaya çıkarmıştır. Önerilen bu yaklaşım kullanılarak cep telefonları için ürün memnuniyetini etkileyen tasarım özellikleri belirlenmiştir [37]. KM ile birlikte önerilen bu metodoloji literatürde kabul görmüştür.

Chuang vd. [38] cep telefonlarının şekil tasarımında kullanıcı beklentileri dikkate alan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 40 cep telefonu 11 sıfat kullanılarak Semantik Diferansiyel Ölçeği (SDÖ) ile değerlendirilmiştir. Daha sonra regresyon analizi kullanılarak sıfatlar ile altı telefon tasarım parametresi arasındaki ilişki modellenmiştir. Cep telefonlarının şekil tasarımı için SDÖ'yü kullanan benzer bir çalışma da Hsu vd. [39] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada ise tasarımcının ve kullanıcının algıladığı sıfat tercihlerinin aynı ürünler için farklı olduğu belirlenmiştir.

Hsiao ve Huang [40] tasarım parametreleriyle ürünü tanımlayan sıfatlar arasındaki ilişkiyi modellemede YSA'dan faydalanmışlardır. Tasarım özelliklerini giriş, sıfatlara verilen yanıtları çıkış değeri olarak kurulan çok katmanlı perseptron ağında, geri yayılım algoritması ilişkinin öğrenilmesinde kullanılmıştır. Geliştirilen yöntem sandalye tasarımına uygulanmıştır. Yöntemin farklı ürünlerin tasarımı için de kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Karlsson vd. [41], Anlamsal Çerçeve Tanımlaması (AÇD) yöntemini kullanarak 4 farklı otomobil iç tasarımını değerlendirmişlerdir. AÇD, ürün ve çevre ile ilgili genel izlenim ve etkilerin değerlendirilmesine yönelik geliştirilmiş bir araçtır. AÇD'de değerlendirme 6 değerlendirici kelime (hoşnutluk, karmaşıklık, bütünlük, kapalılık, güçlülük, sosyal durum, etkileme) ve yedi ölçekli likert skalası kullanılarak yapılmaktadır.

Liu [42] ise mühendislik estetiği kavramını önermiştir. Mühendislik estetiği ürünlerin estetik tasarımında mühendislik ve bilimsel metotların nasıl ortak kullanılacağı ve ürünlerin estetik açıdan nasıl değerlendirileceğine yönelik bir yaklaşımdır.

Desmet [23] tüketici ürünlerine karşı hissel tepkinin ölçümü için ürün hissel ölçüm enstrümanını (PrEmo-Product Emotion Measurement Instrument) geliştirmiştir. PrEmo ürünlerin 14 yüz ve vücut karakterine göre değerlendirildiği pratik bir metottur.

Park ve Han [43], etkileyici ve estetik olarak tasarlanmış ürünlerin hem müşteri ilgisini üzerine toplayacağı hem de firma imajını artıracığı düşüncesinden hareketle ofis sandalyesi tasarımında bulanık kümeleme tabanlı bir yaklaşım önermiştir.

Petiot ve Yannou [44] ürün semantiğini değerlendirmede çok aşamalı bütünlük bir yaklaşım önermiştir. Kullanılabilirlik testi, çok boyutlu ölçekleme, SDÖ, faktör analizi, ikili karşılaştırma ve AHP tekniklerini geliştirilen bu modelin farklı aşamalarında kullanmıştır. Geliştirilen model bardak tasarımı probleminde uygulanmıştır.

Khalid ve Helander [45], ürün tasarımında kullanıcı ihtiyaçlarını, bütünsel (holistik, genel görünüm, büyüklük, şekil, renk vb.), fonksiyonel (düğmelerin büyüklüğü, gösterge ve kontrollerin yerleşimi vb.) ve detaylı tasarım-sitil (spesifik buton veya düğmenin rengi, şekli, büyüklüğü vb.) olmak üzere 3 özellik altında toplamışlardır. Bu özelliklerin önem derecelerinin kullanıcı istekleri ve önceki ürün deneyimlerine bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Ürün tasarımıyla ilgili temel hissel tepkileri belirlemede faktör analizi tekniği kullanılmıştır [46]. Üç farklı ürün grubu (117 otomobil, 74 oturma grubu, 64 su ısıtıcısı) ve bu ürünleri tanımlamada etkili 100 anlamsal sıfat belirlenmiştir. Kart sıralama (KJ metodu) ile benzer ürünler gruplandırılarak temel ürün grupları seçilmiştir (19 otomobil, 20 oturma grubu, 21 su ısıtıcısı). Benzer şekilde kart sıralamayla 28 sıfat seçilmiştir. 30 kullanıcı SDÖ ile ürünleri değerlendirmiştir. Toplanan deneysel veri faktör analizi yöntemiyle incelenmiştir. Sonuçta temel dört hissel faktör ortaya çıkmıştır; trend, his, karmaşıklık ve güç. Ayrıca hangi ürün karakteristiğinin hangi hissel boyutla ilgili olduğu belirlenmiştir.

Bloch [47], ürün görünümünün müşteri beklentilerini karşılamada önemli bir faktör olduğunu geliştirdiği kavramsal model ile açıklamıştır. Bu modelden yararlanarak, Creusen ve Schoormans [48] ürünü satın almada etkili olan faktörleri 6 grupta (estetik değer, sembolik değer, fonksiyonel ürün değeri, ergonomik ürün değeri, dikkat çekme değeri, sınıflandırma değeri) toplamıştır. Çalışma sonucunda estetik, sembolik ve ergonomik değerlerin sırasıyla en önemli faktörler olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte ürün tipinin bu faktörlerin önem derecesini belirlemede önemli bir kriter olduğu vurgulanmıştır.

Yapay zeka tekniklerinin (bulanık küme, YSA, genetik algoritma) kullanıcı merkezli ürün tasarımında sistematik şekilde kullanımına yönelik bir yaklaşım önerilmiştir [49]. Belirsiz ve açık olmayan kullanıcı gereksinimlerinin toplanmasında bulanık kümeler, kullanıcı gereksinimleri ile ürün tasarım parametreleri arasındaki ilişkinin öğrenilmesinde YSA, kullanıcı gereksinimlerini en iyi karşılayan ürün tasarım parametrelerinin optimal kombinasyonlarının belirlenmesinde ise genetik algoritmadan faydalanılmıştır. Genetik algoritmanın uygunluk fonksiyonu değerinin hesaplanmasında ise YSA'dan elde edilen çıkış değerleri kullanılmıştır. Başka bir çalışmada ise bulanık-sinir ağı tasarım parametreleri ile sıfatlar

arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmada kullanırken, bulanık-sinir ağının çıktısı genetik algoritmanın uygunluk değeri olarak kullanmış ve sıfatları en iyi karşılayan ürün tasarım parametreleri belirlenmiştir[50].

Sağlam tasarım metodolojisi kullanılarak ürüne duyulan hissel beklentilerin iyileştirilmesine yönelik bir uygulama otomobil dış tasarımı için gerçekleştirilmiştir [51]. Taguchi deney tasarımındaki sinyal/gürültü oranından faydalanılarak otomobil dış tasarımını belirleyen 13 tasarım parametresinin (her biri 3 seviyeli) en iyi seviyeleri, 3 kalite özelliği (aile tipi, şehir kullanımı, gençliğe özgü) dikkate alınarak belirlenmiştir.

Lai vd. [52], hissel beklentileri ürün tasarım elemanlarına dönüştürmek için kullanıcı merkezli bir metod önermiştir. Cep telefonu tasarımında şekil ve rengin önemini belirlemek için Nicel Teori Tip I ve YSA'dan faydalanılmıştır. 72 renk ve 4 telefon şeklinin oluşturduğu 288 farklı alternatif tasarım içerisinde 3 sıfat kelimesine en uygun tasarım özellikleri belirlenmiştir. Lai vd. [53], Gri İlişkisel Analiz ve YSA yöntemlerinden faydalanarak benzer bir çalışmayı cep telefonu için yapmışlardır. 9 cep telefonu özelliği ile bir sıfat kelimesi arasındaki ilişki bu yöntemler kullanılarak incelenmiştir.

Yanagisawa ve Fukuda [54], kullanıcı merkezli ürün tasarımı için interaktif azaltılmış evrimsel hesaplama yöntemini önermiştir. Ürün tasarım özelliklerini giriş değeri olarak alan evrimsel algoritmanın uygunluk değeri olarak kullanıcıların ürün değerlendirmesinden faydalanılmıştır. Kaba Kümeleme'de ki azaltma özelliğinden faydalanarak yalnızca kullanıcıyı etkileyen, kullanıcının ilgisini çeken tasarım özellikleri evrimsel algoritmanın sonraki nesil hesaplamalarında dikkate alınmıştır.

Jiao vd. [55], kullanıcı hislerini ürün tasarım elementlerine dönüştürmede ilişkisel kural madenciliği yöntemini kullanmışlardır. Veri madenciliği ile elde edilecek bilginin gelecekte yapılacak tasarım aktivitelerinde kullanılabilmesine değinmişlerdir. Chen vd. [56] ise kullanıcı merkezli ürün konsepti geliştirmede öz düzenlemeli haritadan faydalanmışlardır. Öz düzenlemeli haritayla kullanıcı beklentileri ve tasarım özellikleri arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Wu vd. [57] kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımını dikkate alan yeni ürün fikirlerinin geliştirilmesinde olay temelli çıkarım yaklaşımını kullanmışlardır.

4.DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA (ASSESSMENT AND DISCUSSION)

KMT ve ürün kullanılabilirliği ürün tasarım prosesinde önemli bir yere sahiptir. Kullanıcı beklentilerin belirlenmesi ve ürün tasarımının bu beklentilerin analizi doğrultusunda şekillendirilmesi üreticilerin ve

şirketlerin rekabet edebilirliği ve sürekliliği için bir zorunluluk haline gelmiştir.

Performans beklentilerinin belirlenmesi ve analizi için standart yöntemler ve prosedürler olmakla birlikte hissel beklentilerin belirlenmesi ve analizi için henüz bu tip standartlar veya yöntemler tam anlamıyla oluşturulamamıştır. Bu nedenle kronolojik sıraya göre çalışmalar incelendiğinde de görüleceği üzere hissel beklentileri dikkate alan çalışmaların sayısında büyük bir artış gözlenmektedir. Özellikle teknolojik açıdan doyunluğa ulaşmış tüketici ürünlerinde hissel kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesi ön plana çıkmaktadır. Şekil ve görünüm açısından hissel beklentileri karşılayan ürünler müşterilerin satın alma sürecinde dikkat ettiği özelliklerdir [58].

Tasarım sürecinde, özellikle hissel beklentileri dikkate alan şekil ve görünüm tasarımı, hala bir kara kutu olarak görülmektedir [59]. Tasarımcı çoğu zaman kendi yaratıcı, yenilikçi fikirlerini ve sosyal yaşamdaki güncel trendleri dikkate alarak tasarımı şekillendirmektedir. Bu yaklaşım ise her zaman ürünü başarıya ulaştıramamaktadır. Bu nedenle, geleneksel tasarım proseslerini kullanarak tasarımcıdan kullanıcının hissel beklentilerini karşılayacak ürünler tasarlaması beklenmemelidir. Güncel çalışmaların büyük bir kısmı tasarımcının bu dezavantajını ortadan kaldırarak hissel beklentilerle ürün tasarım parametreleri arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaya yöneliktir. İstatistiksel analizler (regresyon, faktör analizi, kümeleme, korelasyon vd.), bulanık mantık, YSA, evrimsel algoritmalar, kaba kümeleme veya bunların melez modelleri bu ilişkilerin analizinde sık kullanılan yöntemlerdir. Bugüne kadar önerilen çoğu yaklaşımda ya yalnızca bu ilişkiler ortaya çıkartılmış ya da tasarımcı tasarım sürecinin dışına itilerek, kullanıcının hissel beklentilerinin analiziyle elde edilen bu bilgilerle tasarımlar doğrudan oluşturulmuştur. Bu yaklaşımlar doğru olmakla birlikte kullanıcıdan elde edilen bilgi ışığında tasarımcının da tasarım süreci içinde olması daha doğru bir yaklaşımdır. Yapılan çalışmalar, tasarımcının ve kullanıcının algıladığı beklentilerin her zaman aynı olmadığını göstermektedir [39]. Burada ise önemli olan kullanıcıdan elde edilecek bilginin tasarımcının anlayabileceği bir dile dönüştürülmesi ve tasarımcının kullanıcıdan gelen bu bilgiyi de dikkate alarak tasarımı oluşturmasıdır.

Literatürde önerilen yaklaşımlar incelendiğinde, kullanıcı beklentilerini tasarımcının anlayacağı biçime dönüştürecek ve tasarımcıya bu nicel ve somut bilgiyi sunarak tasarım sürecini yönlendirecek sistematik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kullanıcı beklentilerinin nicel ve yorumlanabilir bir şekle dönüştürülmesi, tasarımcının tasarım parametrelerinde değişikliğe giderek yeni tasarımlar oluşturmasına yardımcı olacaktır. Tasarım sistemlerinde tasarımcının faaliyetlerini kolaylaştıran grafiksel ve hesaplamalı araçlar

yer almasına rağmen bu araçlar tasarımcıya hissel kullanıcı isteklerini nicel ve yorumlanabilir şekillere dönüştürme, tasarım parametrelerinde değişikliğe giderek tasarımcıya yeni tasarım fikirleri vermede yardımcı olma gibi özelliklerle henüz donatılmamıştır [60-62]. Kullanıcıların nitel görüş ve isteklerini tasarımcının anlayabileceği tasarım unsurlarına dönüştürmeyi sağlayacak tekniklerin kullanılmasıyla tasarımcının yeni ürünler tasarlaması daha kolay olacaktır. Gelecekteki çalışmaların da bu konu üzerinde yoğunlaşması düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

KMT ve kullanılabilirlik ürün tasarım sürecinde kritik bir faktör olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, ürün kullanılabilirliğine yönelik geniş ve güncel bir literatür araştırması sunulmuştur. Öncelikle ürün kullanılabilirlik boyutları performans ve hissel beklentiler olmak üzere iki temel başlıkta tanımlanmıştır. Ağırlıklı olarak hissel beklentiler olmak üzere ürün kullanılabilirliğiyle ilgili çalışmalara yer verilmiştir. Mevcut çalışmaların üstün ve eksik yönleri tartışılmış, gelecekte üzerinde durulması gereken konu başlıklarına değinilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Helander, M.G. ve Tham, M.P., "Hedonomics-affective human factors design", **Ergonomics**, Cilt 46, No 13/14, 1269-1272, 2003.
2. Fung, R.Y.K., Chong, S.P.Y. ve Wang, Y., "A framework of product styling platform approach: styling as intangible modules", **Concurrent Engineering: Research and Applications**, Cilt 12, No 2, 89-103, 2006.
3. Khalid, H.M., "Embracing diversity in user needs for affective design", **Applied Ergonomics**, Cilt 37, No 4, 409-418, 2006.
4. Khalid, H.M. ve Helander, M.G., "Customer emotional needs in product design", **Concurrent Engineering: Research and Application**, Cilt 14, No 3, 197-206, 2006.
5. Pheasant, S.T., **Bodyspace: anthropometry, ergonomics and design of work**, Taylor & Franchis, London, 1996.
6. Jordan, J.W., **An Introduction to Usability**, Taylor & Franchis, London, 1998.
7. Veryzer, R.W., "Key factors affecting customer evaluation of discontinuous new products", **Journal of Product Innovation Management**, Cilt 15, No 2, 136-50, 1998.
8. Cristiano, J.J., Liker, J.K. ve White, C.C., "Customer-driven product development through quality function deployment in the US and Japan", **Journal of Product Innovation Management**, Cilt 17, No 4, 286-308, 2000.
9. Maguire, M. "Methods to support human-centred design", **International Journal of Human-Computer Studies**, Cilt 55, 587-634, 2001.
10. Scerbo, W.M., "Usability testing", **Research Techniques in Human Engineering**, Weiner, R. (Ed.), Prentice Hall, 1995.
11. Bennet, J., "Managing to meet usability requirements: establishing and meeting software development goals", **Visual Display Terminals**, Bennet, J., Case, D., Sandelin, J. and Smith, M. (Eds.), Prentice-Hall, NJ, 161-184, 1984.
12. International Organization for Standardization, "Human-centered design processes for interactive systems", **International Organization for Standardization**, ISO13407:1999, 1999.
13. Wixon, D. ve Wilson, C., "The usability engineering framework for product design and evaluation", **Handbook of Human-Computer Interaction**, Helander, M. (Ed.), North Holland, Amsterdam, 665-667, 1997.
14. "Ken project report: key usability and ethical issues in the personal navigation program part 1: usability design and evaluation methods", **VTT Technical Research Centre of Finland**, Finland, 2002.
15. Kontogiannis, T. ve Embrey, D., "User centred design approach for introducing computer based information systems", **Applied Ergonomics**, Cilt 28, 109-119, 1997.
16. Butters, L.M. ve Dixon, R.T., "Ergonomics in consumer product evaluation: an evolving process", **Applied Ergonomics**, Cilt 29, No 1, 55-58, 1998.
17. Lanning, T.R., "Let the user design", Taking Software Design Seriously, **Practical Techniques for Human-Computer Interaction Design**, Karat, J. (Ed.), Academic Press, San Diego, 127-135, 1991.
18. Han, S.H., Yun, M.H., Kim, K.J. ve Kwahk, J., "Evaluation of product usability: development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 26, No 4, 477-488, 2000.
19. Han, S.H., Yun, M.H., Kwahk, J. ve Hong, S.W., "Usability of consumer electronic products", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 2, 143-151, 2001.
20. Han, S.H. ve Hong, S.W., "A systematic approach for coupling user satisfaction with product design", **Ergonomics**, Cilt 46, No 13/14, 1441-1461, 2003.
21. Kwahk, J. ve Han, S.H., "A methodology for evaluating the usability of audiovisual consumer electronics products", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 33, 419-431, 2002.
22. Nielsen, J., **Usability Engineering**, AP Professional, NY, 1993.
23. Desmet, P.M.A., "Measuring emotion: development and application of an instrument to measure emotional response to products", **Funology: From Usability to Enjoyment**, Blythe, M. A., Monk, A. F., Overbeeke, K. and

- Wright, P.C. (Eds.), Kluwer Academic Press, Dordrecht, 111-123, 2003.
24. Nagamachi, M., "Kansei engineering: a new ergonomic consumer-oriented technology for product development", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 15, 3-11, 1995.
 25. Horiguchi, A. ve Suetomi, T., "A Kansei engineering approach to a driver vehicle system", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 15, 25-37, 1995.
 26. Fukushima, K., Kawata, H., Fujiwara, Y., ve Genno, H., "Human sensory perception oriented image processing in a color copy system", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 15, 63-74, 1995.
 27. Matsubara, Y., Nagamachi, M., "Kansei virtual reality technology and evaluation on kitchen design", **Manufacturing Agility and Hybrid Automation**, Koubek, R. J. and Karwowski, W. (Eds.), IEA Press, 81-84, 1996.
 28. Tanoue, C., Ishizaka, K. ve Nagamachi, M., "Kansei engineering: a study on perception of vehicle interior image", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 19, 115-128, 1997.
 29. Jindo, T., ve Hirasago, K., "Application studies to car interior of Kansei engineering", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 19, 105-114, 1997.
 30. Ishihara, S., Ishihara, K., Nagamachi, M. ve Matsubara, Y., "An analysis of Kansei structure on shoes using self-organizing neural networks", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 19, 93-104, 1997.
 31. Nakada, K., "Kansei engineering research on the design of construction machinery", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 19, 129-146, 1997.
 32. Lee, M.W., Yun, M.H., Jung, E.S. ve Freivalds, A., "High touch: ergonomics in conceptual design process-case studies of a remote controller and personal telephones", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 19, 239-248, 1997.
 33. Lee, M.W., Hwan, M.H. ve Han, S.H., "High Touch-an innovative scheme for new product development: case studies 1994-1998", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 27, 271-283, 2001.
 34. Yun, M.H., Han, S.H., Kim, K.J. ve Han, S., "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, 1999.
 35. Chuang, C.H. ve Ma, Y. C., "Expressing the expected product images in product design of micro-electronic products", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 27, 233-245, 2001.
 36. Kwon, K.S., "Human sensibility ergonomics in product design", **International Journal of Cognitive Ergonomics**, 3(1): 51-62, 1999.
 37. Han, S.W., Kwang, J.K., Yun, M.H. ve Hong, S.W., "Identifying mobile phone design features critical to user satisfaction", **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, Cilt 14, No 1, 15-29, 2004.
 38. Chuang, M.C., Chang, C.C. ve Hsu, S.H., "Perceptual factors underlying user preferences toward product form of mobile phones", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 27, 247-258, 2001.
 39. Hsu, S.H., Chuang, M.C. ve Chang, C.C., "A semantic differential study of designers' and users' product form perception", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 25, 375-391, 2000.
 40. Hsiao, S.W. ve Huang, H.C., "A neural network based approach for product form design" **Design Studies**, Cilt 23, 67-84, 2002.
 41. Karlsson, B.S.A., Aronsson, N. ve Sevansson, K.A., "Using semantic environment description as a tool to evaluate car interiors", **Ergonomics**, Cilt 46, No 13/14, 1408-1422, 2003.
 42. Liu, Y., "Engineering aesthetics and aesthetic ergonomics: theoretical foundations and a dual process research methodology", **Ergonomics**, Cilt 46, 13-14, 1273-1292, 2003.
 43. Park, J. ve Han, S.H., "A fuzzy rules based approach to modelling affective user satisfaction towards office chair design", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 34, 31-47, 2004.
 44. Petiot, J.F. ve Yannou, B., "Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 33, 507-525, 2004.
 45. Khalid, H.M. ve Helander, M.G., "A framework for affective customer needs in product design", **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, Cilt 5, No 1, 27-42, 2004.
 46. Hsiao, K.A. ve Chen, L.L., "Fundamental dimensions of affective responses to product shapes", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 36, 553-564, 2006.
 47. Bloch, P.H., "Seeking the ideal form: product design and consumer response", **Journal of Marketing**, Cilt 59, No 3, 16-29, 1995.
 48. Creusen, M.E.H. ve Schoormans, J.P.L., "The different roles of product appearance in consumer choice", **The Journal of Product Innovation Management**, Cilt 22, 63-81, 2005.
 49. Hsiao, S.W. ve Liu, E., "A neuro-fuzzy-evolutionary approach for product design", **Integrated Computer-Aided Engineering**, Cilt 11, 323-338, 2004.

50. Hsiao, S.W. ve Tsai, H.C., "Applying a hybrid approach based on fuzzy neural network and genetic algorithm to product form design", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 35, No 5, 411-428, 2005.
51. Lai, H.H., Chang, Y.M. ve Chang, H.C., "A robust design approach for enhancing the feeling quality of a product: a car profile case study", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 35, No 5, 445-460, 2005.
52. Lai, H.H., Lin, Y.C., Yeh, C.H. ve Wei, C.H., "User-oriented design for the optimal combination on product design", **International Journal of Production Economics**, Cilt 100, No 2, 253-267, 2006.
53. Lai, H.H., Lin, Y.C. ve Yeh, C.H., "Form design of product image using grey relational analysis and neural network models", **Computers & Industrial Engineering**, Cilt 32, 2689-2711, 2005.
54. Yanagisawa, H. ve Fukuda, S., "Interactive reduct evolutionary computation for aesthetic design", **Journal of Computing and Information Science in Engineering**, Cilt 5, 1-7, 2005.
55. Jiao, J.R., Zhang, Y. ve Helander, M., "A kansei mining system for affective design", **Expert Systems with Applications**, Cilt 30, No 4, 658-673, 2006.
56. Chen, C.H., Khoo, L.P. ve Yan, W., "An investigation into affective design using sorting technique and kohonen self-organizing map", **Advances in Engineering Software**, Cilt 37, 334-349, 2006.
57. Wu, M.C., Lo, Y.F. ve Hsu, S.H., "A case-based reasoning approach to generating new product ideas", **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Cilt 30, 166-173, 2006.
58. Yamamoto, M. ve Lambert, D.R., "The impact of product aesthetics on the evaluation of industrial products", **Journal of Product Innovation Management**, Cilt 11, No 4, 309-324, 1994.
59. Hsiao, S.W. ve Chou, J.R., "A creativity-based design process for innovative product design", **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cilt 34, 421-443, 2004.
60. Jiao, J.R. ve Chen, C.H., "Customer requirement management in product development: a review of research issues", **Concurrent Engineering: Research and Applications**, Cilt 14, No 3, 173-185, 2006.
61. Wang, X., Tang, M.I. ve Frazer, J., "Creative stimulator: an interface to enhance creativity in pattern design", **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, Cilt 15, 433-440, 2001.
62. Luo, S., Sun, S., Zhu, S. ve Tang, M., "A case study on product collaborative conceptual design technology based on user implicit knowledge", **The 8th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design Proceedings**, Xiamen, China, 191-196, 2003.