

OTURMA MOBİLYASI TASARIMINDA BİLGİSAYAR DESTEKLİ ERGONOMİK ANALİZ

Ali KASAL^{1,*}, Mehmet YÜKSEL¹, Halil KILIÇ¹, M. Emin ERGÜN¹, Can ÖZCAN²,

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçişleri Endüstri
Mühendisliği Bölümü, Muğla, Türkiye,

²Akro Mühendislik, GOSB Teknopark – Kemal Nehrazoğlu Cad. High Tech Bina,
Kocaeli, Türkiye

alikalas@mu.edu.tr, myuksel@mu.edu.tr, halilkilic@mu.edu.tr,
m.eminergun@hotmail.com, can.ozcan@akromuhendislik.com

Özet

Çalışmada, insanların birebir ilişkide olduğu oturma mobilyalarının tasarımında, ergonomik kriterlerin belirlenmesi amacıyla bir “insan odaklı ürün geliştirme” yazılımının (Anybody Technology) kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan örnek uygulamada, oturma derinliği, oturma yüksekliği ve arkalık eğim açısı farklı olan 2 adet sandalyede oturan insanın kas–iskelet sisteminde oluşan yükler niceliksel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, 10 erkek deneğin katılımıyla uygulanan bir anket yardımı ile de bu iki farklı sandalyede oturan bireylerin çeşitli vücut bölgelerinde hissettikleri duygular niteliksel olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, ürün geliştirme yazılımından alınan veriler, anketlerden alınan veriler ile tutarlı olup, insan odaklı ürün geliştirme yazılımının tasarlanacak mobilyaların ergonomik kriterlerinin belirlenmesinde kullanılabilir olduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, mobilyada ergonomi, oturma mobilyası, Anybody Technology

COMPUTER AIDED ERGONOMİC ANALYSIS ON SITTING FURNITURE DESIGN

Abstract

In the study, it was investigated that usability of people-oriented product optimization software (Anybody Technology) on the purpose of determination the ergonomic criteria of sitting furniture that people are directly connected. In the model application that made, it was quantitatively analyzed that loads on musculoskeletal system of human model sitting on two different chairs in terms of sitting depth, sitting height and backrest inclination. Besides, it was qualitatively determined the feelings on different parts of 10 male subjects who applied a questionnaire for each of chairs. At the end of the study, the data obtained from people-oriented product optimization software is acceptable and it was verified that the software used in this study is usable for determining ergonomic criteria of designing process of the furniture.

Keywords: Ergonomics, ergonomics at furniture, sitting furniture, Anybody Technology

1. Giriş

İnsanlar ilk çağlardan beri ergonomi kurallarını daha iyi ve daha kolay yaşayabilmek için, deneme yanılma yöntemiyle de olsa uygulamaya çalışmışlardır. Ayakta yemek yiyen bir insanın oturarak yemek yemeye başlaması, daha sonra yerde değil bir taşın üzerine oturması, oturduğu taşı düzleştirilmesi, yiyeceklerini bir başka taşın üzerine koyması, o taşın üzerini düzleştirilmesi, daha sonra doğal araç ve gereci taklit ederek amacına daha uygun günlük eşyaların yapımını gerçekleştirmesi bunlara örnek olarak verilebilir.

İnsanlar yaşadıkları çevre ile karşılıklı etkileşim içerisindeyler. Eylemlerini daha iyi yapabilmek için eylemlerine uygun yapay çevre oluştururlar. Birey yaşadığı çevrede kullandığı donatı elemanlarıyla birlikte bir sistem olarak göz önüne alınırsa, bu sistemin çalışmasının etkin olabilmesi için insan ve donatı elemanları arasında bir uyum olması gerekir [1].

Ergonomi birçok alanda olduğu gibi mobilya olgusunun da önemli birleşenlerinden bir tanesini teşkil etmektedir. Mobilya tasarımını etkileyen mühendislik faktörlerinin arasında ergonominin yadsınamaz etkinliğinin yanında, fonksiyon analizi ve estetik kavramlarıyla yakın ilişkisi sonuçta teknik ve ekonomik bakımdan optimum olan mobilyanın oluşumunu gündeme getirmektedir. Özgün endüstriyel mobilya tasarımında ergonomi konusunda çekilen sıkıntılar; ilgili alanda derinlemesine analiz ve araştırmaların yeterince yapılmamış olmasına ve mevcut analizlerin niteliksel verilere dayandırılması ile ilgilidir. Bugüne kadar ergonomik kriterlerin belirlenmesinde kullanılmış olan temel teknikler, oturma alışkanlıklarının ve oturulduğunda vücudun hissettiklerinin analiz edilmesi ile elde edilen niteliksel (kalitatif) verilere dayalı olmuştur.

Günümüzde oturma mobilyaları insanların yaşamlarının bir parçası haline gelmiştir. Evde, çalışma ortamlarında, okullarda, taşıtlarda hatta sokaklarda bulunan ve sıklıkla kullandığımız oturma mobilyalarının tasarımına çok büyük önem verilmelidir. Düşünüldüğünde; bu kadar hayatın içinde olan oturma mobilyalarının, insanların ruh ve beden sağlığı ile doğrudan ilişkili olduğu ve günümüzün temel araştırma konularından olan verimi ve ekonomiyi de ne kadar çok etkilediği yadsınamaz bir gerçektir [2].

Oturma eylemi, insanların geçmişten bugüne yer çekiminin oluşturduğu basıncı vücudun farklı noktalarına dağıtmak için kullandıkları, dinlenme ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir duruştur. Bu eylemde gövde ağırlığı ayak, bacak ve sırt kaslarından belli bir oranda kalkmış durumdadır. Oturma eylemini gerçekleştirebilmek için gerekli olan yüzey, yer düzlemi olduğu gibi belli bir yüksekliği olan oturma elemanlarının bir parçası halinde de olabilir. Oturma eylemini karşılayan ve çözümlleyen tasarımlar, bulunduğu değişik ortamların verilerine göre ve oturma eyleminin bu ortam içerisindeki amacına göre tasarlanmış ve biçimlendirilmiştir. Ancak insan fizyolojik olarak ortama göre değişmeyeceği için oturma eyleminin, hangi ortamda olursa olsun antropometrik ölçüleri ve ergonomik koşulları sağlaması gerekmektedir [3].

İnsan için devamlı, büyük acı veren ve günlük aktivitelerin gerçekleşmesini engelleyen sırt, bel ve boyun ağrılarının birçoğu yanlış oturma veya iyi tasarlanmamış koltuk ve sandalyelerden dolayı meydana gelmektedir. Araştırmalar, endüstrileşmiş dünyamızda insanların % 50'sinin sırt ağrısı çektiği ve bu ağrılarının iyi dizayn edilmemiş koltuklardan kaynaklandığı sonucunu ortaya koymuştur [4].

Türkiye mobilya endüstrisinde üretilen donatı elemanlarının ergonomik açıdan uygunluğunun belirlenmesi ile ilgili çalışmalar bilgi ve veri eksikliği, maliyet vb. gibi çeşitli sebeplerden dolayı henüz sistematik olarak yapılmamaktadır. Özellikle oturma mobilyaları için, insan sağlığı açısından son derece önemli olan bu konunun ciddiyetle üzerinde durulması gerekmektedir. Bir oturma mobilyasında kalite göstergeleri olarak, estetik ve sağlamlık faktörleri kadar ergonomik faktörler de dikkate alınmalıdır. Hatta bir oturma mobilyasının ergonomik ölçütlere uygunluğunun insan sağlığını direkt olarak etkileyecek olması, bu faktörü diğer faktörlere oranla daha da önemli hale getirmektedir.

Son yıllarda, oturma elemanlarının tasarımında, bu elemanların kullanımı için fizyolojik ve antropometrik gereksinimlerin uyumunu sağlamak için ergonomi konusu göz önünde bulundurulmaktadır. Bugüne kadar kullanılmış olan temel teknikler, oturma alışkanlıklarının ve oturulduğunda vücudun hissettiklerinin analiz edilmesi ile elde edilen kalitatif verilere dayalı olmuştur. Oturma alışkanlıkları ve oturma konumunda rahatlık bazı araştırmacılar tarafından trenlerde, bazıları tarafından okullarda ve bazıları tarafından da bürolarda veya spor salonlarının oturma yerlerinde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar oturma yeri tasarımında prensiplerin, rehberlerin formüle edilmesinde yardımcı olmuştur. Oturma yeri tasarımında yaşam kalitesini belirleyecek rahatlığın bir kriter olarak kullanımı, ortopedik açıdan uygun rahatlıkta ve konforda olmayan postürlerin rahatsız edici olduğu sonucuna varılarak haklı çıkarılabilir.

Keegan (1962), ayakta, yatarken ve otururken omurganın aldığı 34 farklı durumu X-ışınları kullanarak incelemiştir. Sonuçta Keegan ve ortopedistler; insan bir tarafına yattığında (alt uzuv kalça ve dize 45° lik açı yapacak şekilde) omurganın normal bir şekli olduğunu, sırt kaslarının optimum dinlenme konumuna geçtiğini savunmuşlardır [5].

Omurlara hiçbir yük yüklenmeyen rahat, normal bir omurga konumu (yatar konum) lumbar omurlarının hemen hemen düz konumda olması, bir parça lordosis ve tercihen düz bir sırt ile sağlanır. Kalça ekleminin 90° konumda oturmuş, bahsedilen postüre benzer bir omurga postürü ile sonuçlanmaktadır. Ancak, Keegan (1964), bu oturma konumunda vücudun üst bölümünün baskı yapan ağırlığının alt lumbar omurları için zararlı olduğunu belirtmiştir. Bu konuda Keegan, oturma elemanlarının sırt bölümünün geriye doğru omuz başları düzeyinde eğimli olmasını ve lumbar bölgede de öne doğru çıkıntı

yapmasını önermektedir [6]. Akerblom (1969), Lundervold (1951) ve daha yakın zamanlarda Schoberth (1969), Floyd ve Ward (1969) statik aktivitenin bir belirtisi olarak sırt kaslarının elektriksel aktivitesini ölçmüşlerdir. Bu çalışmalarda desteksiz dik postür, yaslanma yerine yaslanılan destekli dik postür ve öne doğru eğimli oturma postürünü incelemişlerdir. Desteksiz dik postürde oturulduğunda aşırı artan bir elektrik aktivitesi olduğunu, öne eğimli pozisyonda oturmada belirgin bir düşüş olduğunu belirtmişlerdir. Deneklerin çoğunlukla tercih ettiği postür ise destekli dik oturma postürü olarak belirlenmiştir. Bunun nedenini, bu konumda vücut ağırlığının omurga üzerinde dengelenmesi ve hiçbir statik kas aktivitesinin gerekmemesidir [7, 8, 9, 10].

Yamaguchi (1970), 122 araştırma deneği üzerinde, oturma postüründe omurlar arası diskler ile bunların dinamik tepkileri arasındaki güçleri incelemiştir. Denekler, sırt ağrısı çeken, ancak röntgende hiçbir disk kayması görülmeyen kişilerden seçilmiştir. Omurga baskısını hesaplamak için iki lumbar omurlardaki dorsal oluşumlara ince iğneler batırılmış, farklı oturma konumlarında iki dorsal oluşum arasındaki direnci elektriksel olarak hesaplamıştır. Sonuçlar, eğer oturulan yer ile yaslanma yeri arasındaki açı 105° ' den az ise oturulan yerin eğimi ne olursa olsun nötr durumun (baskı gücü = 0) sağlanamayacağını göstermiştir. Oturulan yerin eğimi ile arkalık eğimi arasında ilişki tespit edilmiştir. Oturulan yerin eğimi ne kadar az ise, nötr durum elde etmek için arkalık eğim açısının da o derece büyük olması gerekir. Diğer bir ifade ile oturulan yer ne kadar geriye yatık ise oturulan yer ile arkalık arasındaki açı da o kadar küçük olmalıdır [11].

Grandjean (1973), "Ergonomics of the Home" isimli çalışmasında insanların neden oturma ihtiyacı duydukları noktasından başlamak suretiyle; insan bedeninde bulunan sistemler, oturma eylemi süresinde kasların, kemiklerin hareketi, kan dolaşımı, özellikle omurganın yapısı, oturma eylemine göre pozisyonlar, omurganın askıya alınması ve sonuçta arzu edilen genel konfor kavramının oluşumu ile ergonomik pozisyonları ortaya koymaya çalışmıştır [12].

Weachler ve Learner (1960), çeşitli uçak koltuklarının karşılaştırmalı olarak analizini yapmışlardır. Rahatlık derecelerini kaydetmek için süre kriterini kullanmışlar, boyun, omuzlar, sırt, kalçalar ya da bacaklarda meydana gelen rahatsızlıkların derecelerini anketler sonucunda elde etmişlerdir. Sonuçta, 5. dakikadan sonraki değerlerle 4 ya da 7

saat sonraki değerlerin aynı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, vücut parçalarında meydana gelen rahatsızlıkların ortaya çıktığı süreleri saptamışlardır [13].

Jones (1969), ayarlanabilir bir sürücü koltuğundaki postürü ve rahatlık duygusunu birçok kombinasyonda incelemiştir. Tüm araştırma deneklerini İngiliz sürücülerden seçmiş olup, İngiliz sürücülerin % 98'i için uygun olan bir koltuk ve sürücü paneli geliştirmiştir. Benzeri bir çalışmada da, oturma sürecine bağlı olarak duygu değişikliğini gözlemiştir. Araştırma deneklerinin duygularını “hiçbir duygu yok “ ile “ağrılı bir duygu” arasındaki 5 aşamaya göre derecelendirmiştir. Sonuçta, rahatsızlık duygusunun araç koltuğunda geçirilen hangi süreler sonucunda, hangi vücut parçasında meydana geldiğini tespit etmiştir [14].

Schackel vd. (1969), çeşitli koltuklarda oturma rahatlığının derecelerini “tamamen rahatlamış” ile “dayanılmaz ölçüde ağrılı” arasında 11 farklı aşama ile belirlemişler ve 20 araştırma deneği üzerinde vücudun 15 farklı bölgesini etkileyişini yaptıkları anketler sonucunda belirlemişlerdir. Sonuç olarak, bayanlarla erkeklerin verdiği sonuçlar arasında hiçbir fark gözlenmediğini ve sürenin uzamasının rahatlık düzeyini azalttığını bildirmişlerdir [15].

Oshima (1970), oturma elemanı ölçüleri ile ilgili temel bir çalışma yapmıştır. 8 sağlıklı araştırma deneğini, çeşitli ölçülerdeki koltuklarda oturarak anketsel bir çalışma yapmıştır. Anketler sonucunda, süre uzadıkça şikâyetlerin arttığını ve sık rastlanan şikâyetlerin sırt ve kalça ile ilgili olduğunu belirlemiştir. Anket sonuçlarına göre, çeşitli fonksiyonlardaki oturma elemanı ölçüleri için öneriler sunmuştur [16].

Corlett (1999), oturma elemanı tasarımında etkili olan faktörleri tarihsel bir bakış ile tanımlamaya çalışmıştır. Daha, sonra yeni bir oturma elemanı tasarımı yapmış, bu tasarımın sırt problemleri ve omurgaya gelen yüklere karşı iyi bir koruma sağladığını belirtmiştir [17].

Parcells vd. (1999), sınıflarda kullanılan mobilyalar ile öğrenci vücut ölçülerindeki muhtemel ergonomik uyumsuzlukları incelemişlerdir. 37 kız, 37 erkek olmak üzere 10-14 yaşları arasındaki toplam 74 öğrenciden çeşitli antropometrik veriler alınmıştır. Ayrıca, sınıflarda kullanılmakta olan 3 farklı sandalye ve sıradan alınan ölçüler ile öğrencilerden alınan ölçüler ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, öğrenci ölçüleri ile sıra ve sandalye ölçüleri arasında % 80 uyumsuzluk olduğunu ve

öğrencilerin ergonomik açıdan uygun olmayan ortamlarda eğitim gördüklerini tespit etmişlerdir [18].

Vergara ve Page (2002), yaptıkları çalışmada lumbar eğriliğini, leğen kemiği ve bunların hareketli haldeki durumlarının konforla arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Ölçüm teknikleri olarak raşimetre cihazından yararlanmışlardır. Bu cihaz ile lumbar eğimi ve leğen kemiği açısı ölçülmüştür. Deney, gönüllü olarak seçilen 6 denekle (3 bay, 3 bayan) gerçekleştirilmiş ve sonuç olarak sandalye arkalığına yaslanmanın ve hareketliliğin lumbar bölgedeki ağrıyı azaltmaya yardımcı olduğunu savunmuşlardır [19].

Groenesteijn vd. (2009), araştırmalarında, ekranlı ve ekransız yapılan etkinlikler boyunca sandalye özelliklerinin, konfor-zaman uyumunu, oturma arayüzü basıncı açısından etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalarında kullanılan iki farklı ofis sandalyesi 3 farklı yönden dikkate alınarak (1-Oturma döşemesi ve şekli, 2-Arkalık açısı, 3-Kontrol) hem Avrupa hem Hollanda standartlarına göre tasarlanmıştır. Bay ve bayan olmak üzere toplamda 30 adet denek iki deneye ayrılarak: 20 kişi birinci deneyde 10 kişi ikinci deneyde olacak şekilde değerlendirilmiştir. Etkinliklerle ilişkili olarak arkalığın hareket seviyesi açısından önemli farklılıklar olduğunu savunmuşlar ve oturma arayüzlerinin rahatlık ya da rahatsızlık açısından önemli bir farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir [20].

Vos vd. (2006), çalışmalarında sandalyelerin oturma yüzeyinde oluşan basıncın sebeplerini araştırmışlardır. Bağımsız değişkenleri, kullanıcı etkileri, postürel davranışlar, ve 12 adet farklı çeşitlerde sandalyeler olarak belirlemişlerdir. Sandalyeleri ise kendi içlerinde (sünger tipi, kumaş tipi, oturma yüzeyinin şekli, arkalık özellikleri ve kolçakların ayarlanabilmesi gibi) farklı yönlerden ele almışlardır. Metod olarak basınç haritalama sistemlerinden XsensorTM yazılımından yararlanmışlardır. Sonuç olarak, oturma arayüzeyinde oluşan basıncın en büyük sebebi sandalyelerin tasarım farklılıkları olduğunu ve akabinde kullanıcı etkileri, son olarak ise postürel davranışlar olduğunun sonucuna varmışlardır [21].

Carcone ve Keir (2007), sandalye arkalık yapısının oturma yüzeyine etkisi ve arkalıkta oluşan basınca olan etkilerini analiz etmişlerdir. 30 adet gönüllü deneye (15 Bay, 15 Bayan) oturma eylemi süresince beş farklı yapıdaki arkalık (sadece sandalye, arkalık destekli sandalye ve 3 farklı kalınlıktaki lumbar petler) kullanılarak, bilgisayarda

standart bir metin yazması sağlanmış ve deneklerin 15 dakikalık zaman süresince arkalıkta oluşan basınç, sırt ve boyun açıları ölçülmüştür. Niteliksel veriler de bu zaman diliminde ve sonunda deneklerden toplanmış ve bu iki ölçüm arasındaki ilişkiyi çözümlenmişlerdir. Deneylelerinin sonucunda, ek olarak konulan bir destekleyici arkalıkla oluşan basıncı azalttığını tespit etmişlerdir. Genel olarak deneklerin 3 cm kalınlığındaki küçük lumbar pedi tercih ettiğini ya da antropometrik ölçüler farklılıkları bakımından optimal değerlerde önerilen lumbar destekli arkalıklı sandalyeleri tercih ettiklerini ispatlamışlardır [22].

Dunk ve Callaghan (2005), cinsiyet farklılığının, farklı oturma koşullarındaki postürel davranışlar üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 16 sağlıklı üniversite öğrencisi (8 bay, 8 bayan), dört farklı sandalye koşullarında test edilmiştir. Üst vücut kinematiği (sırt açısı ve ağırlık merkezi) ve oturulacak yerin basınç profilleri (basınç merkezi, en üst basınç noktası) her bir deney süresinde test edilmiştir. Erkeklerin ve kadınların oturma anatomileri üzerinde farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak cinsiyet farklılıklarının önemli ölçüde göz önüne alınması gerektiğini savunmuştur [23].

Cristiansen (1997), en iyi oturma şeklinin tespit edilmesinde kullanılan öznel değerlendirmeleri ele almış ve bu öznel değerlendirmeler arasındaki ilişkileri analiz etmiştir. Sonuç olarak araştırmacıların, sandalyelerin konforunu belirleme çalışmalarında deneylere dahil olacak deneklere yeteri kadar zaman tanımlarını ve uygun bir alan oluşturmalarının kaçınılmaz olduğunu vurgulamıştır [24].

Menendez vd. (2012), bir sigorta şirketinde tam zamanlı çalışan ve günde en az 4 saatini bilgisayar başında, 6 saatini de oturarak geçiren ofis çalışanlarını seçerek ofis ergonomisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Şirket çalışanlarını, yüksek ayarlanabilir ofis sandalyesi kullananlar ve ofis ergonomisi eğitimi alanlar, sadece ofis ergonomisi eğitimi alanlar ve bunların ikisini de gerçekleştirilmeyenler olarak 3 farklı gruba ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda hem ofis ergonomisi eğitimi alan hem de yüksek ayarlanabilir ofis sandalyesi kullanan grup üzerinde 12 ay sonunda görülen semptomların azaldığını tespit etmişlerdir [25].

Mobilya kullanımına yönelik yapılan bilimsel çalışmaların yetersiz olduğu ve Ülkemiz 'de kullanılan mobilyaların ergonomik olup olmadıkları belirlenemediğinden dolayı mobilyalar bilinçsizce kullanılmaktadır. Türkiye'de üretimi yapılarak kullanıma sunulan sandalye, mobilyalarda, insanların birebir ilişkide olduğu oturma

mobilyalarının tasarımında, ergonomik kriterlerin belirlenmesi amacıyla bir “insan odaklı ürün geliştirme” yazılımının (Anybody Technology) kullanılabilirliği araştırılması gerekmektedir. Özellikle sandalye, vb. oturma mobilyalarında insanların birebir ilişkide olduğu oturma mobilyaları ile kullanan insanların oturma ve sırt kısmındaki uyumsuzluklar sonucunda çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; insanların birebir ilişkide olduğu oturma mobilyalarından sandalyelerin bilgisayar destekli ergonomik analiz açısından değerlendirilmesidir.

Bu çalışmada, özellikle insanların birebir ilişkide olduğu oturma mobilyalarının tasarımında, ergonomik kriterlerin belirlenmesi amacıyla bir “insan odaklı ürün geliştirme” yazılımının (Anybody Technology) kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan örnek uygulamada, 2 farklı ergonomik özelliklerdeki sandalyede oturan insanın muskuloskeletal (kas–iskelet) sisteminde oluşan yükler analiz edilmiştir. Bu aşamada, oturma elemanları ile ortalama ölçülere uygun bir insanın kas–iskelet sistemleri 1/1 ölçekte sanal ortamda modellenmiş olup, oturma eylemi ve dolayısıyla da oturma postürü sanal ortamda gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, kas-iskelet sisteminde meydana gelen kas ve eklem kuvvetleri Anybody Technology yazılımından alınarak oturma postürü kantitatif (niceliksel) olarak incelenmiştir.

2. Araştırma Yöntemi

2.1. Denekler

Çalışmaya gönüllü olarak 10 sağlıklı erkek denek katılmış ve deneklerin her birinden yaklaşık 60 statik antropometrik veri alınmıştır. Tüm katılımcıların öncelikle endomorfik, mezomorfik, ektomorfik vücut özellikleri tespit edilmiş ve çalışmaya normal vücut indeksine sahip olan bireylerin katılımı sağlanmıştır. Denek grubunu 18–25 yaş aralığındaki erişkin erkek bireyler oluşturmaktadır.

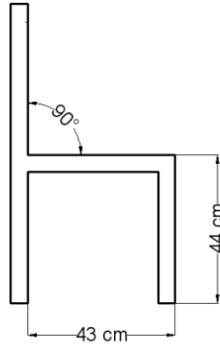
2.2. Deney Sandalyeleri

Çalışmada, sandalye ergonomisini etkileyen faktörlerden oturma derinliği, oturma yüksekliği ve arkalık eğim açısı faktörleri arasındaki ilişkilerinin incelenmesi için 2

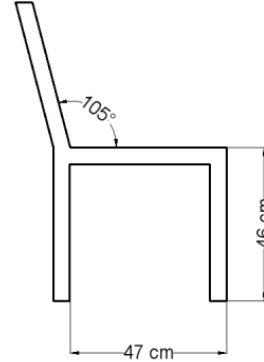
farklı tipte sandalye üretilmiştir. Sandalyeler için hazırlanan deney deseni Tablo 1’de, sandalyelere ilişkin ölçüler ise Şekil 1a ve b’ de verilmiştir.

Tablo 1. Hazırlanan deneme deseni

Model	Alınacak Veriler	Zaman Dilimi	Denek Sayısı
M1 Sandalye	Niteliksel Veriler (Anket Sonuçları)	5. Dakika	10
		30. Dakika	10
	Niceliksel Veriler (Anybody Sonuçları)	-	1
M2 Sandalye	Niteliksel Veriler (Anket Sonuçları)	5. Dakika	10
		30. Dakika	10
	Niceliksel Veriler (Anybody Sonuçları)	-	1



a. M1 Sandalye



b. M2 Sandalye

Şekil 1. Atölye koşullarında üretilen sandalyeler

Üretilen sandalyelerin arkalık yaslanma ve oturma yüzeylerinde standart olarak aplet döşeme uygulaması yapılmıştır. Hem oturma hem de yaslanma yüzeyleri için 12 mm’ lik lif levha (MDF) üzerine 1,5 cm kalınlığında ve 28 dansite sarı sünger ve yüz kumaş kaplanarak döşeme yapılmıştır. Döşemelerin basit aplet döşeme olarak seçilmesinin nedeni, deneklerin döşeme yüzeyinden ziyade, sandalyelerdeki ölçüsel ve açısal değişkenlere odaklanabilmesidir.

2.3. Anket ve Uygulanması

Çalışmada, farklı ergonomik karakteristiklere sahip 2 sandalye modelinde, denekler yemek yeme eylemi için öngörülen sürede (yaklaşık 30 dakika) oturtulmuş ve deneklerin vücutlarının çeşitli bölgelerindeki duygular algısal olarak likert ölçekli bir anket yardımıyla ölçülmüştür (Tablo 2).

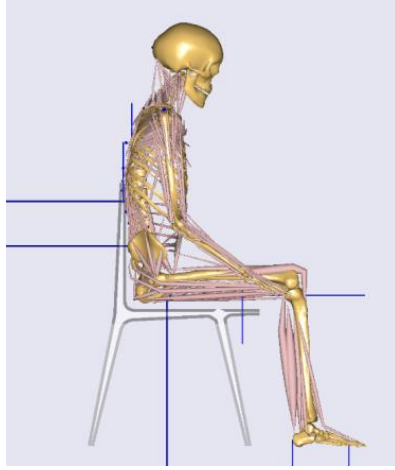
Tablo 2. Deneklere uygulanması planlanan anket taslağı

Vücut Bölgeleri	Çok Rahatsız	Rahatsız	Orta	Rahat	Çok Rahat
Boyun					
Omuzlar					
Sırt					
Lumbar Bölge					
Kalça					
Basenler					
Kollar					
Bacaklar					
Ayaklar					
Genel Duruş					

10 erkek denek, 2 sandalye modeli ve her bir denek için 2 farklı zaman noktasında (5.ve 30. Dakika) sağlıklı deneklerden (10 denek x 2 model sandalye x 2 zaman noktası = 40 Anket) anket sonucu alınmıştır. Anket sonuçları değerlendirilirken; her bir vücut bölgesinde 10 erkek denek tarafından hissedilen duyguların yüzdesel dağılımları alınmıştır.

2.4. Bilgisayar Destekli Ergonomi Analizleri

Bilgisayar destekli ergonomi analizleri için Anybody Modelling System (AMS) yazılımı kullanılmıştır. Sayısal ergonomi analizleri M1 ve M2 modelleri için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir (Şekil 2a, b). AMS yazılımı tersine dinamik analiz yöntemini kullanarak, belirli postür veya hareket durumu altında, kişinin kas ve eklemlerinde meydana gelen kuvvet değerlerinin verilmesi amacı ile geliştirilmiş bir yazılımdır.



a. M1 Sandalye



b. M2 Sandalye

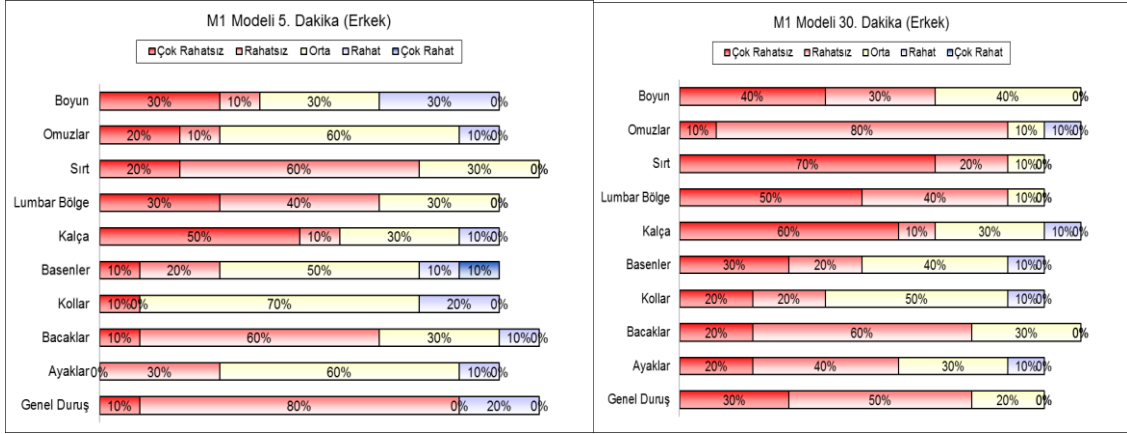
Şekil 2. AMS ile gerçekleştirilen (a) M1 ve (b) M2 sandalye ergonomi modelleri

M1 modelinde alçak oturma yüksekliği (44cm), dik arka destek (90 derece) ve kısa oturma derinliği (43cm) değerlerine sahip oturma mobilyası tasarımı incelenmiştir. Şekil 2’de AMS içerisinde oluşturulan insan modeli ile oturma mobilyası arasındaki etkileşim görülmektedir. Şekilde verilen mavi çizgiler insan vücudu ile mobilya arasındaki etkileşimi ve reaksiyon kuvvetlerini göstermektedir. Söz konusu M1 ve M2 tipi tasarıma sahip, oturma mobilyalarının analizi, Anybody model kütüphanesi (AMMR) içerisinde bulunan “Seated Model with Full Neck” modeli kullanılarak oluşturulmuştur. Modelde kullanılan insan vücut ölçüleri değiştirilmeden 75kg ağırlığında, 181cm boyundaki Avrupa erkek ölçülendirilmesi kabul edilerek kullanılmıştır.

3. Araştırma Bulguları

3.1. Anket Sonuçları

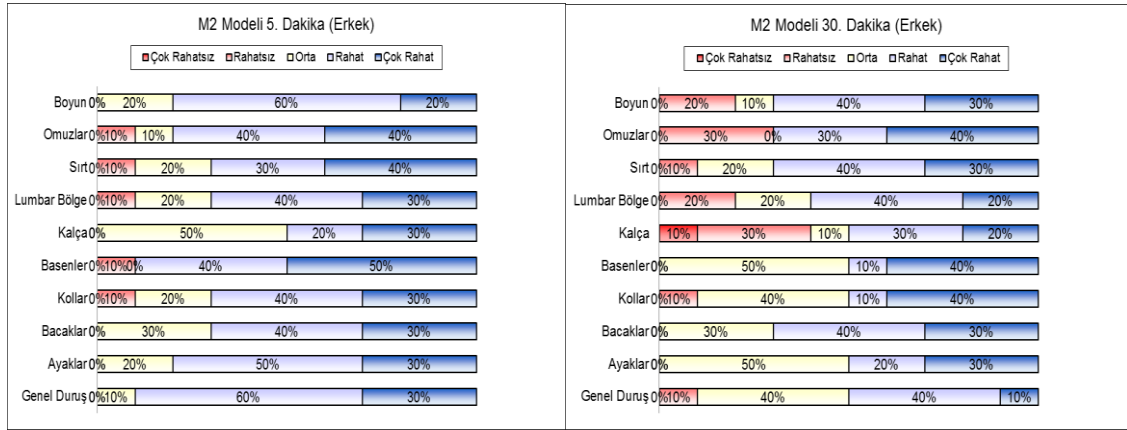
Çalışmada uygulanan anketlere ilişkin veriler grafiksel olarak M1 sandalyesi için Şekil 3a, b’ de, M2 sandalyesi için ise Şekil 4a ve b’ de 5. ve 30. dakikalar için sırasıyla gösterilmiştir.



a. M1 Sandalye 5. dakika

b. M1 Sandalye 30. dakika

Şekil 2. M1 sandalye modeli için elde edilen anket sonuçları



a. M2 Sandalye 5. dakika

b. M2 Sandalye 30. dakika

Şekil 3. M2 sandalye modeli için elde edilen anket sonuçları

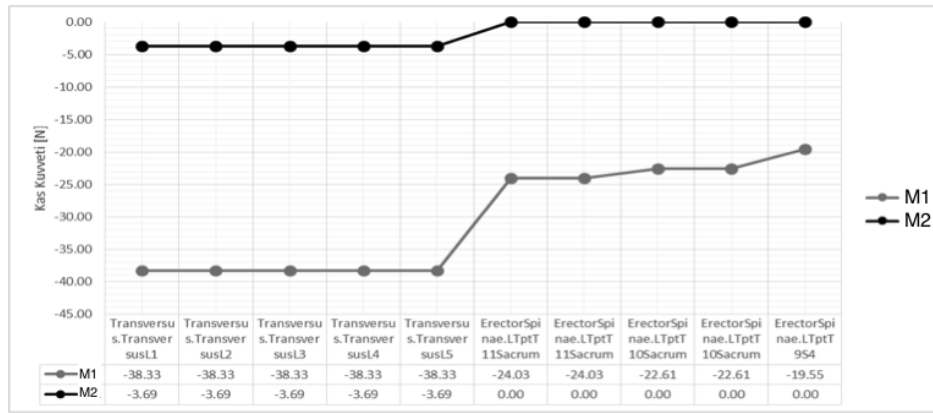
Anket sonuçları, rahatsız olan sandalye tasarımının M1 olduğunu göstermektedir. M2 modeli ise ankete katılanlar tarafından daha rahat bir sandalye tasarımı olarak belirtilmiştir. M2 model sandalye tasarımı yüksek oturma yüksekliği (46 cm), geniş açılı arka destek (105°) ve uzun oturma derinliği (47cm) değerlerine sahip bir tasarımdır. Anket sonuçları vücut bölgelerine göre ayrı ayrı incelendiğinde de, M2 modelinin M1 modeline göre çok daha rahat hissettirdiği açıkça görülmektedir. M1 modelinde özellikle omuz, sırt ve lumbar bölgede zamana bağlı olarak %90' lara kadar artan rahatsızlıklar göze çarpmakta iken, aynı bölgeler M2 modelinde başlangıçta %80' lere rahat hissedilip, zamana bağlı olarak 30. dakikada az bir oranda düşerek %70'lere gelmiştir.

3.2. Bilgisayar Destekli Ergonomi Analizi Sonuçları

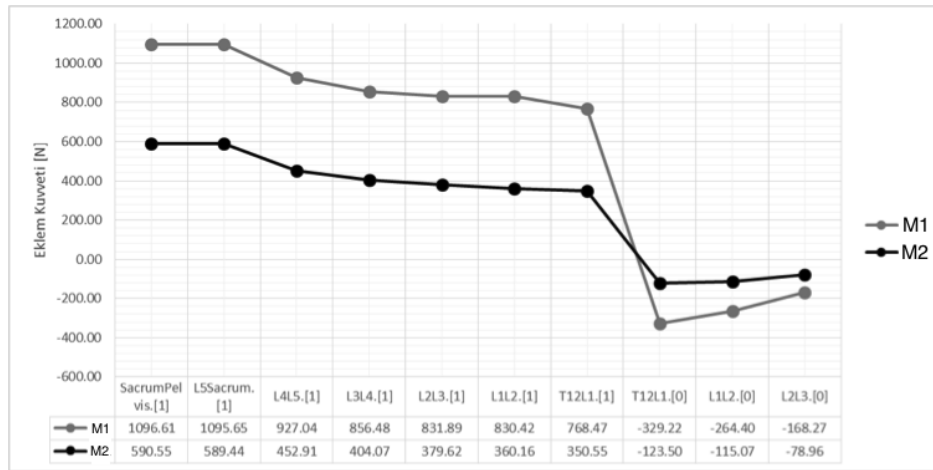
Bilgisayar destekli ergonomi analizlerinden elde edilen veriler; gövde, bacak - kalça ve omuz - kol bölgeleri olmak üzere üç farklı grupta incelenmiştir. Ayrıca her grupta meydana gelen kasılma ve eklem kuvvetleri ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen eklem ve kas kuvvetlerinin dağılımı grafiksel ifadelendirme ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Grafiklerde en yüksek mutlak kuvvet değerlerine sahip 10 kas veya eklem listelenerek grafiklerin okunabilirliği sağlanmıştır.

Gövde için yapılan analizlere ilişkin sonuçlar, kas kuvvetleri için Şekil 4' te, eklem kuvvetleri için ise Şekil 5' te gösterilmiştir.



Şekil 4. Gövde kas gruplarında meydana gelen kasılma kuvvetleri

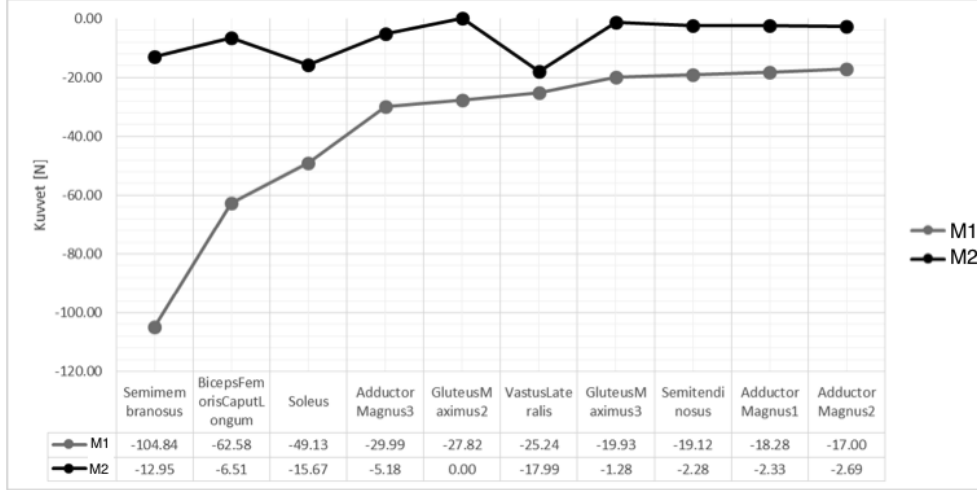


Şekil 5. Gövde eklemlerinde meydana gelen kuvvetler

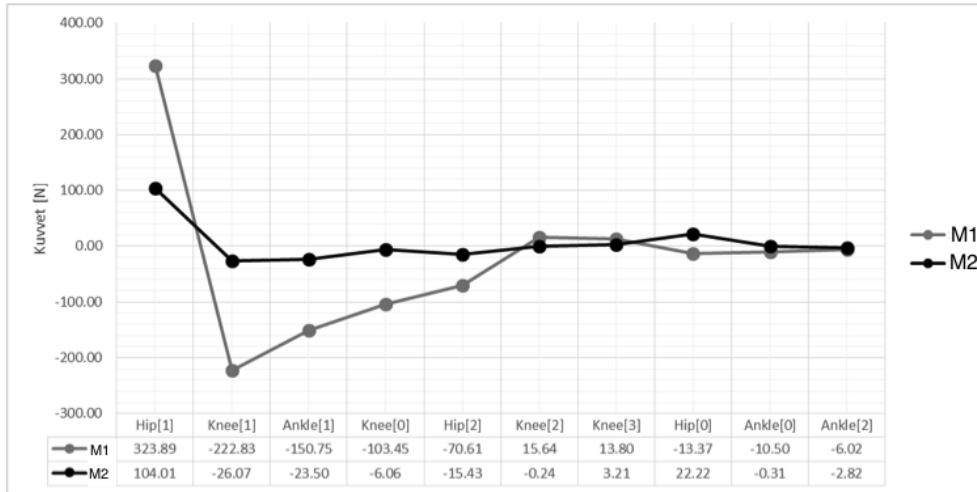
İki tasarım arasındaki en büyük fark lomber bölgedeki eklemlerde meydana gelen kuvvet dağılımı olarak belirlenmiştir. Özellikle bel bölgesindeki kuyruk sokumu,

L5 ve L4 eklemleri üzerindeki yükleme iki tasarım arasında 40% seviyesinde değişmektedir. Bu yönü ile AMS modelinden alınan sonuçlar anket değerleri ile birebir örtüşmektedir.

Bacak ve kalça grupları için yapılan analizlere ilişkin sonuçlar, kas kuvvetleri için Şekil 6' da, eklem kuvvetleri için ise Şekil 7' de gösterilmiştir.



Şekil 6. Bacak ve kalça kas gruplarında meydana gelen kasılma kuvvetleri

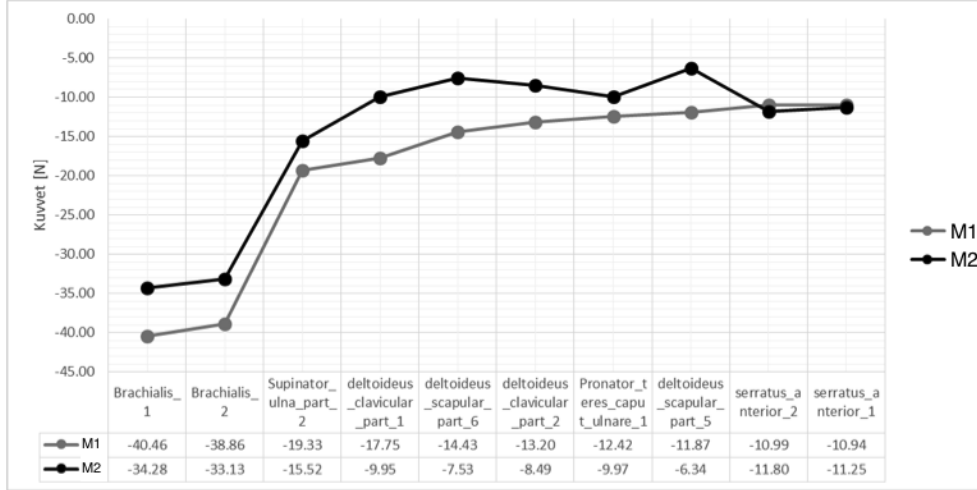


Şekil 7. Bacak ve kalça eklemlerinde meydana gelen kuvvetler

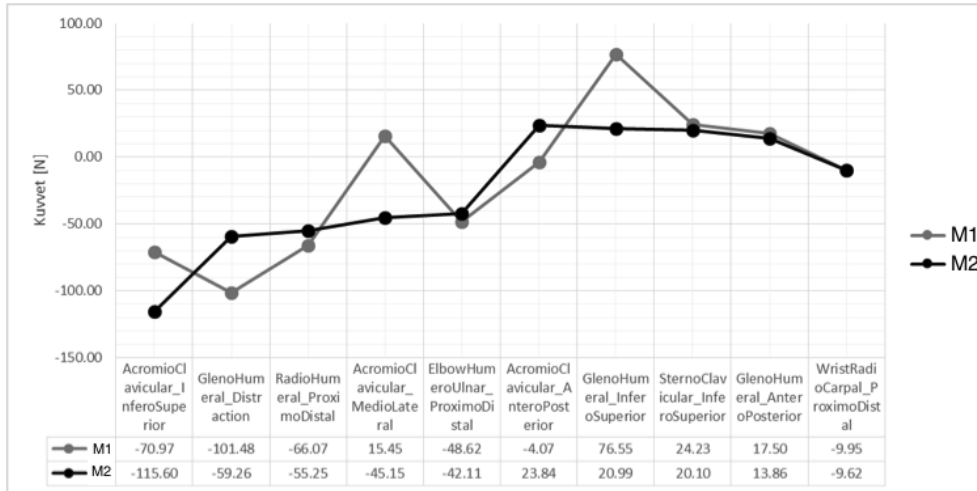
Bacak ve kalça gruplarında meydana gelen kas ve eklem kuvvetlerinde de yine 105 ° arka destek açısına sahip olan M2 numaralı tasarım, 90 ° arka destek açısına sahip M1 tasarımına göre öne çıkmakta ve daha düşük kas ve eklem kuvvetleri vermektedir. Özellikle kalça eklemine binen yük ve kalça baldırında bulunan semimembranosus

kasındaki kasılma kuvveti değerleri M2 modelinde üç kata kadar düşük değerlerde gerçekleşmektedir.

Omuz ve kol grupları için yapılan analizlere ilişkin sonuçlar, kas kuvvetleri için Şekil 8’ de, eklem kuvvetleri için ise Şekil 9’ da gösterilmiştir.



Şekil 8. Omuz ve kol kas gruplarında meydana gelen kasılma kuvvetleri



Şekil 9. Omuz ve kol eklemlerinde meydana gelen kuvvetler

Gerçekleştirilen analizlerde kol ve omuz bölgesinde, yine diğer uzuv bölgelerinde gözlemlendiği gibi M2 tasarımı M1 tasarımına göre daha düşük kuvvet değerleri vermektedir. Elde edilen kas ve eklem kuvvet değerleri birbirine oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Bu yönü ile AMS analizi sonuçları anket sonuçları ile paralellik taşımaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, bir ergonomi yazılımından elde edilen niceliksel veriler ile bir anket çalışmasından elde edilen niteliksel veriler arasındaki tutarlılık tespit edilmeye çalışılmıştır. Ergonomik karakteristikler bakımından (oturma yüksekliği, oturma derinliği, arkalık eğim açısı) iki farklı sandalye üzerinde, gönüllü deneklerden alınan anket verileri ile deneklerin çeşitli vücut bölgelerindeki rahatlık düzeyleri belirlenmiştir. Daha sonra çalışmada kullanılan yazılım ile aynı iki sandalye üzerinde oturtulan modelin kas-iskelet sisteminde oluşan kas ve eklem kuvvetleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, ürün geliştirme yazılımından alınan veriler, anketlerden alınan veriler ile tutarlı olup, insan odaklı ürün geliştirme yazılımının tasarlanacak mobilyaların ergonomik kriterlerinin belirlenmesinde kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu tür ergonomi yazılımlarının mobilya endüstrisinde kullanılması, firmalara teknik ve ekonomik yararlar sağlayacaktır. Özellikle, üreticiler için maliyet, mobilya tasarımcıları için ürün tasarım sürecinde zaman kazancı ve verimlilik artışı, kullanıcılar açısından ise ergonomik mobilya kullanımına dayalı olarak insan sağlığı ve yaşam kalitesinin artışı anlamında önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Yıldırım, K. 2000. “Konut Mutfakları ile Ergonomik Bir Araştırma”, G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13, 549-567.
- [2] Hastürk, E.,Y., 2013, “ Statik Antropometrik Verilerle Ergonomik Oturma Mobilyası Tasarımı” Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [3] Altıparmakogulları, Y., 2009, “Oturma Ögesi Tasarımında Basınç Diyagramı Modelinin Kullanılmasıyla Oturma Profilinin Tasarım Kriterlerinin Ortaya Konması” Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [4] Gültekin,T., 2004, “Ankara’da Yaşayan Erişkin Bireylerin Vücut Bileşimi Değerleri” Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [5] Keegan, J. J. 1962. “Evaluation and Improvement of Seats”, Industry Med. Surg. 31, 137-148.

- [6] Keegan, J. J. 1964. "The Medical Problem of Lumbar Spine Flattening in Automobile Seats", *Soc. Automotive Eng. Journal*, 57-65.
- [7] Akerblom, B. (1969) "Anatomische und Physiologische Grundlagen zur Gestaltung von Sitzen, In: *Sitting Posture*", Ed. by E. Grandjean, Taylor & Francis, London, 6 – 17.
- [8] Lundervold, A. (1951) "Electromyographic Investigations During Sedentary Work, Especially Type Writing", *Brit. J. Phys. Med.*, 32 – 36.
- [9] Schobert, H. 1969. "Die Wirbelsäule von Schulkindern, In : *Sitting Posture*", Ed. by E. Grandjean, Taylor & Francis, London, 98 – 111.
- [10] Floyd, W. F., & Ward, J. S. (1969). Anthropometric and physiological considerations in school, office and factory seating. *Ergonomics*, 12(2), 132-139.
- [11] Yamaguchi, Y., Umezawa, F. 1970. "Development of a Chair to Minimize Disc Distortion in the Sitting Posture", 4th International Congress on Ergonomics, Strasbourg, 406 – 408.
- [12] Grandjean, E. 1973. "Ergonomics of the Home", Taylor and Francis Ltd., London, 99-137.
- [13] Weachler, R. A., Learner, D. B. (1960) "An Analysis of Some Factors Influencing Seat Comfort", *Ergonomics*, (3) 315 – 320.
- [14] Jones, J. C. (1969) "Methods and Results of Seating Research, In : *Sitting Posture*", Ed. by E. Grandjean, Taylor & Francis, London, 57 – 67.
- [15] Shackel, B., Chidsey, K., D., Shipley, P. (1969) "The Assessment of Chair Comfort, In : *Sitting Posture*", Ed. by E. Grandjean, Taylor & Francis, London, 155 – 192.
- [16] Oshima, M. 1970. "Optimum Conditions of Chair", 4th International Congress on Ergonomics, Strasbourg, 354 – 368.
- Corlett, E., N. 1999. "Are You Sitting Comfortably?", *International Journal of Industrial Ergonomics*, accepted for publication, 24, 7-12.
- [17] Parcels, C., Stommel, M., Hubbard, R. P. (1999) "Empirical Findings and Health Implications", *International Journal of Industrial Ergonomics*, accepted for publication, 24, 265–273.
- [18] Vergara, M., & Page, Á. (2002). Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. *Applied Ergonomics*, 33(1), 1-8.

- [19] Groenesteijn, L., Vink, P., Loose, M., Krause, F. (2009) "Effects of Differences in Office Chair Controls, Seat and Backrest Angle Design in Relation to Tasks", Elsevier Applied Ergonomics, 40:362-370.
- [20] Vos, G. A., Congleton, J. J., Moore, J. S., Amendola, A. A., Ringer, L. 2006. "Postural Versus Chair Design Impacts upon Interface Pressure", Applied Ergonomics, 37, 619–628.
- [21] Carcone, S. M., & Keir, P. J. (2007). Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work. Applied Ergonomics, 38(6), 755-764.
- [22] Dunk, M. N., Callaghan, J. P. 2005. "Gender-Based Differences in Postural Responses to Seated Exposures", Clinical Biomechanics, 20, 1101–1110.
- [23] Christiansen, K. 1997. "Subjective Assessment of Sitting Comfort", Coll. Antropol, 21(2), 387-395.
- [24] Menéndez, C. C., Amick, B. C., Robertson, M., Bazzani, L., DeRango, K., Rooney, T., Moore, A. 2012. "A Replicated Field Intervention Study Evaluating The Impact of Highly adjustable Chair and Office Ergonomics Training on Visual Symptoms" Applied Ergonomics, 43, 639-644.