
Araştırma Makalesi / Research Article

Bir Üretim İşletmesinde Departmanların Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile Ergonomik Analizi

Melek IŞIK^{1*}, Cansu DAĞSUYU²

¹Çukurova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Adana

²Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Adana
(ORCID: 0000-0001-6078-7026) (ORCID: 0000-0001-7280-7733)

Öz

Üretim işletmelerinde üretim, kalite kontrol, insan kaynakları başta olmak üzere araştırma geliştirme, üretim planlama, satın alma-lojistik, stok kontrol, muhasebe ve bilgi işlem gibi pek çok departman bulunmakta olup, bu departmanların her biri farklı ergonomik koşullara ihtiyaç duymaktadır. Bu farklılıktan dolayı departmanların ergonomik değerlendirilmesinde kullanılan faktörler bu çalışmada çevresel, fiziksel ve psikolojik olmak üzere üç ana başlıkta gruplandırılmıştır. Departman bazında ergonomik faktörlerin önem seviyeleri Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre, ergonomik faktörlerin üretim işletmelerinin üretim departmanlarında en büyük, bilgi işlem departmanlarında ise en düşük önem seviyesine sahip olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Analitik hiyerarşi prosesi, ergonomi, üretim işletmesi.

Ergonomics Analysis of Departments in a Production Enterprise by Analytical Hierarchy Process Method

Abstract

There are many departments in production enterprises such as production, quality control, research and development, production planning, purchasing-logistics, inventory control, accounting and information processing, and each of these departments need different ergonomics conditions. Because of this difference, the factors used in the ergonomics evaluation of the departments in this study are grouped under three main headings as environmental, physical and psychological. The importance levels of ergonomics factors on the basis of department are determined by Analytical Hierarchy Process (AHP). According to the results of the study, it can be said that ergonomics factors have the greatest importance in the production departments of the production enterprises and the lowest in the information processing departments.

Keywords: Analytical hierarchy process, ergonomics, production enterprise.

1. Giriş

Günümüzde gelişen teknolojiyle yaşanan hızlı ilerlemeler endüstride çalışma koşullarının önemini artırmıştır. Bu durum, iş çevresinde makine-insan ilişkisinin ivme kazanmasına neden olmaktadır. Ergonomi, insan, makine, çalışma alanı ve çevresi arasındaki ilişkileri inceleyen ve bunlardan doğan problemler setine anatomi, fizyoloji ve psikoloji bilimlerinin temel bulgularını uygulamaya çalışan bir bilim dalıdır [1].

Ergonominin temel amacı en yüksek performansla en uygun çalışma koşulları ile ulaşmaktır. Çalışma ortamında yapılacak küçük ve basit düzenlemeler ile verimlilik artışı sağlanmaktadır. Ergonominin amacı [2];

- Çalışanların etkinliğini arttırmak,
- Gereksiz ve aşırı zorlamalardan kaçınmak,
- Çalışmanın yöntemli bir şekilde düzenlenmesini sağlamak,

*Sorumlu yazar: demirtasm@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 10.09.2019, Kabul Tarihi: 03.05.2020

- Lüzumsuz aktiviteleri önlemek,
- İnsan-makine-çevre uyumunu sağlamaktır.

İşverenlerin üretkenlikle ilgili düşünce kalıplarının değiştirilmesi, çalışanlar için uygun çalışma koşulları yaratılmasıyla sağlanabilir [3]. İşletmelerde, ergonomik koşulların sağlanması konusunda dikkate alınacak pek çok parametre bulunmaktadır. Bu parametrelerin ergonomik koşullar üzerindeki etkisi birbirinden farklıdır. İşletmelerde ergonomik koşulların iyileştirilmesi istendiğinde maliyet ve zaman kısıtları göz önüne alınarak en önemli parametreden başlanarak iyileştirmeler yapılmalıdır. Parametrelerin etkilerinin ve önem seviyelerinin belirlenmesinde çok kriterli karar verme teknikleri/yöntemleri kullanılabilir. Çok kriterli karar verme yöntemleri, birden fazla kriterle dayalı karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden yaygın olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çok kriterli ve çok seçenekli problemlerin sonuca ulaşmasında karar vericiye önemli yardımlar sağlamaktadır [4].

Literatürde, ergonomik çalışma koşullarını karar verme tekniklerini kullanarak uygulayan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yüksel ve Dağdeviren [5], Ankara ilinde faaliyet gösteren bir üretim işletmesi için iş sistemlerinde hatalı davranışa neden olabilecek farklı ana faktör ve alt faktörleri içeren bir model geliştirmişlerdir. Modelde karar problemlerinin çözülmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. Yapılan model, işletmede yer alan gerçek iki iş sistemi üzerinde uygulanmıştır. Hayta [6], çalışmada işçi sağlığını, güvenliğini ve verimliliğini etkileyen faktörlere yer vermiştir. Çalışma ortamı koşullarının fiziksel ve psikolojik açıdan çalışanların yaşam fonksiyonlarını tehdit etmeyen, rahatsızlık ve sıkıntıya yol açmayan, ısı, nem, havalandırma, aydınlatma, gürültü, titreşim ve benzeri konularla ilgili sorunlardan arındırılmış olması gerektiğini vurgulamışlardır. İş sistemlerinde hatalı davranış riskini belirlemek için Dağdeviren ve Yüksel [7], bulanık AHP yöntemi önermişlerdir. Gerçek bir üretim sistemi üzerinde uygulama yapılmıştır. Faktörler, ağırlıklandırma ve bulanık değişkenler kullanılarak değerlendirilmiştir. Taha ve Hastutiningsih [8], iş istasyonlarının yerleşiminin güvenilirliğini AHP metoduyla analiz etmişlerdir. Üç ana kriter ve alt kriterler tanımlanmıştır. Üç alternatif yerleşim tasarımını mobilya üreten bir firma üzerinde yapmışlardır. Uygun ergonomik koşulları oluşturmak adına Beno ve ark. [3] çok kriterli karar verme modeli önermişlerdir. Ergonomik risk faktörlerini AHP yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir. Maldonado ve ark. [9], ergonomik uyumluluk kriterlerini içeren bulanık TOPSIS (Technique for Order of Preferences by Similarity to Ideal Solution) yöntemi kullanmışlardır. Sonuç olarak, üç alternatif bilgisayar kontrollü freze makinelerinin değerlendirilmesi ve seçilmesi için sayısal örneklem yapmışlardır. Tortorella ve ark. [10], yalın üretim ile sosyo-teknik ve ergonomi arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurmışlardır. Bir şirket üzerinde yapılan uygulamada, eksikliklerin tanımlanmasını sağlayan ve bunların daha iyi sürdürülmesi için iyileştirme fırsatlarının önceliklendirildiğini gösteren tekniklerin bir kombinasyonunu içeren bir çalışma önermişlerdir. Bougrine ve ark. [11], yeniden yapılandırma kararlarının daha gerçekçi bir değerlendirmesini elde etmek için çalışmalarında hem teknik hem de ergonomik göstergeler önermişlerdir. Üretim sistemini yeniden yapılandırırken alternatif bir konfigürasyonun değerlendirilmesi ve seçimi için TOPSIS karar verme tekniğini kullanmışlardır. Halder ve ark. [12], Bangladeş'te kamyon sürücülerinin koltuk tasarımı için antropometrik ölçülere bakarak AHP-TOPSIS uygulaması sunmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, koltuk genişliğinin, kamyon sürücülerinin koltuğu tasarlanırken tasarımcıların çok dikkat etmesi gereken en belirleyici tasarım parametresi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

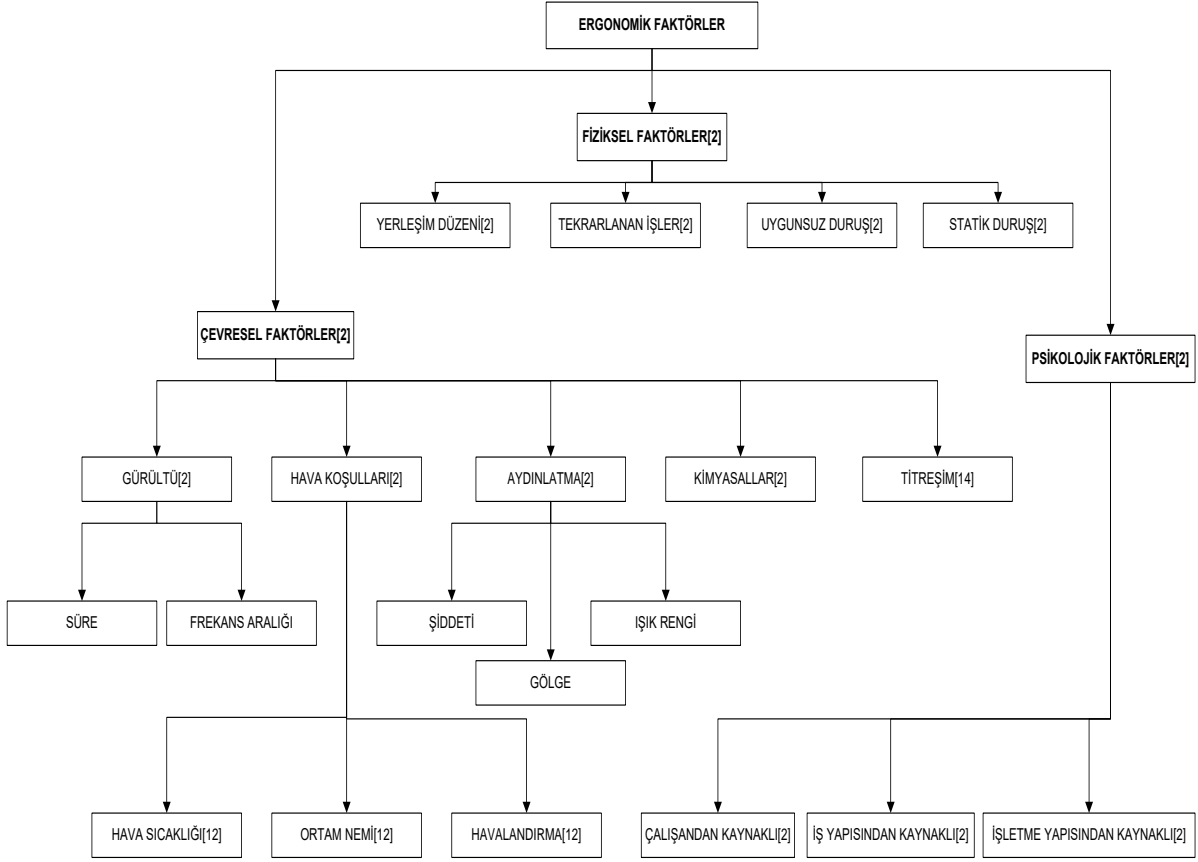
Bu çalışmada, üretim işletmelerinde bulunan üretim, kalite kontrol, insan kaynakları, araştırma geliştirme, üretim planlama, satın alma-lojistik, stok kontrol, muhasebe ve bilgi işlem departmanları dikkate alınmıştır. Departmanlar; çevresel, fiziksel ve psikolojik ana kriterleri Ulucan ve Zeyrek [2] baz alınarak belirlenmiş olup bu ana kriterler ve bu kriterlere bağlı alt kriterler dikkate alınarak ergonomik açıdan AHP karar verme tekniği kullanarak analiz edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

İşyerlerinde sağlıklı, güvenli ve verimli olarak çalışabilmesi; çalışma yerleri ve gerekli donanımların, ses, aydınlatma, çevre sıcaklığı gibi faktörlerin, iş organizasyonu ve yönetime yönelik sistemlerinin iş görenlerin yapısal, boyutsal ve psikolojik özelliklerine uygun olarak düzenlenmesiyle mümkündür [13]. Ergonomik faktörlerin önceliklendirildiği bu çalışmada literatür ve uzman görüşleri doğrultusunda

ergonomik faktörler çevresel, fiziksel ve psikolojik olmak üzere üç ana başlıkta incelenmiştir. Ana kriterlere bağlı alt kriterlerin de belirlendiği çalışmada oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Ergonomik faktörler hiyerarşisi

2.1.1. Çevresel Faktörler

Çevresel faktörler, çalışma performansının düşmesindeki önemli sebepler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada yapılan örnekler ışığında çevresel faktörler öncelikle beş alt kriter ile irdelenmiştir. Bu faktörler Şekil 1’de görüldüğü gibi gürültü, hava koşulları, aydınlatma, kimyasallar ve titreşimdir [2]. Ayrıca gürültü; süre ve frekans aralığına, hava koşulları; hava sıcaklığı, ortam nemi ve havalandırma, aydınlatma; şiddet, gölge ve ışık rengi olmak üzere detaylandırılmıştır (Şekil 1).

Rahatsız edici sesler gürültü olarak tanımlanabilmektedir. Duyarlı olunan ses aralığı insanlar için 0 dB – 140dB arasındadır [14]. Çalışma ortamında ses aralığının bu sınır değerlerinin dışında olması çalışanların sağlığı açısından olumsuzluk oluşturmaktadır. Gürültünün çok fazla olması personel üzerinde olumsuz etki yaratmakla beraber çalışanın performansı üzerinde de olumsuz etki oluşturmaktadır. Gürültü kadar önemli bir başka faktör ise çalışma ortamının hava koşullarıdır. Çalışanlar buldukları ortamdaki havayı sürekli solumak zorunda kaldıkları için ortamın hava koşullarının standartlara uygun olması gerekmektedir. Hava koşullarının bileşeni olarak sıcaklık, nem ve havalandırma tanımlanabilir [15]. Bu nedenle standartlar yerine getirilirken bileşenler de dikkate alınmalıdır.

Çalışma ortamlarında işlerin kalite standartlarına uygun yapılmasında ve çalışanın göz sağlığının korunmasında ise aydınlatma tekniği önemlidir. Tuzuk ve yönetmeliklerle işyerlerindeki aydınlatma şiddetleri belirlenmiştir. Aydınlatmanın daha iyi analiz edilebilmesi için şiddet, ışık rengi ve gölge bu kriter için alt bileşenler olarak dikkate alınmıştır. Çevresel faktörlerden kimyasallar kapsamında ise patlayıcı, kanserojen maddeler örnek olarak verilebilir. İşletmelerde kullanılan ve içeriğinde kimyasal karışım içeren maddeler zamanla zararlı hale dönüşmektedir [16]. Çevresel faktörler kapsamında beşinci kriter olarak titreşim dikkate alınmıştır. Titreşim; cisimlerin durağan halden çıkıp

sürekli salınımlarda bulunma durumudur [17]. Çalışanların uzun süre titreşime maruz kalması duyuşsal kayıplar gibi insan sağlığı üzerinde çok ciddi zararlar oluşturabilmektedir.

2.1.2. Fiziksel Faktörler

Ergonomi ile ilişkilendirilen fiziksel faktörler insanların anatomik, antropometrik, fizyolojik ve biyomekanik unsurlarını ortaya koymaktadır. Fiziksel faktörler çalışmada yerleşim düzeni, tekrarlanan işler, uygunsuz duruş ve statik duruş olmak üzere dört başlıkta incelenmiştir. İşletmede veya departmanda yapılacak işin niteliği ve iş akışları dikkate alınarak çalışma ortamı tasarlanmalıdır. Uygunsuz duruş çalışanın antropometrisine uygun olmayan duruşları [18], statik duruş ise yorgunluk ve zedelenmeye neden olan çalışanın aynı pozisyonda uzun süre durarak çalışması gereken duruşları ifade etmektedir [19]. Her iki duruş tipinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerini minimize edecek ortam şartları sağlanmalıdır.

2.1.3. Psikolojik Faktörler

Psikolojik faktörler sosyal, kültürel ve fiziksel bir ortam içerisinde oluşan problemlerdir. Bu çalışmada psikolojik faktörler üç grupta değerlendirilmiştir. Çalışandan kaynaklanan faktörler; çalışanın çevresiyle yaşadığı zorluklardan oluşan negatif unsurları [20], işin yapısından kaynaklanan faktörler işin standardından kaynaklanan sorunları [21] ve işletmenin yapısından kaynaklanan faktörler ise kariyer planlaması ve ücret dağılımı gibi durumlarda yapılan adaletsizliklerden oluşan olumsuzlukları tanımlamaktadır [22]. Bu üç faktörden oluşan olumsuzluklar çalışanların psikolojileri üzerinde olumsuz etki oluşturarak çalışanın ve dolayısıyla işletmenin performansını düşürmektedir.

2.2. Metot

Karar verme teknikleri günlük yaşantımızın yanı sıra firmalarda karşımıza çıkan problemlerle ilgili çözüm önermede önem göstermektedir. Çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) en sık kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır. AHP tekniği kaynak yönetimi, lojistik, ergonomi vb. alanlarda uygulanabilir bir yöntemdir. Bu yöntem ile üretim ve hizmet sektörü açısından değerlendirmeler yapılabilir. Bu yöntemin güçlü yanları olarak uygulanabilir olması ön plana çıkmaktadır. Ayrıca karmaşık işlemlerden ise daha temel işlemler yapılarak sonuca ulaşılmaktadır. Bu yöntemin hiyerarşik dizilimi sayesinde kriter ve alt kriterler net bir şekilde ortaya konulmaktadır. Bu özelliklerine nazaran kriterler ve alternatifler arasında beklenen sonucun aksine zıtlıklar oluşabilmektedir. Birçok kriter ve alt kriterin tanımlanması problemi karmaşık hale getirmekte ve çözümde tutarsızlıklar oluşabilmektedir. Ayrıca uzman görüşüne başvurulduğu için sonuçlar taraflı olabilmektedir. Bu sorunlar, tutarlılık indeksi hesaplanarak minimize edilmekte ve yöntem başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir.

Çalışmada, Şekil 1'deki hiyerarşide bulunan tüm seviyeler için AHP yöntemi uygulanmıştır. AHP yöntemi Saaty (1987) tarafından geliştirilmiş olup ikili karşılaştırmalar prensibine dayanmaktadır [23]. AHP yönteminin adımları aşağıda verilmiştir [24].

- Problemin hiyerarşik bir yapı şeklinde gösterilmesi
- İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
- İkili karşılaştırma matrislerinin öncelik değerlerinin bulunması
- Tutarlılık oranının hesaplanması
- Nihai öncelik değerlerinin belirlenmesi

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada üretim alanında faaliyet gösteren bir firmanın üretim, kalite kontrol, insan kaynakları, araştırma geliştirme (arge), üretim planlama, satın alma-lojistik, stok kontrol, muhasebe ve bilgi işlem departmanları ergonomik açıdan AHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada AHP matrisleri oluşturulurken, AHP puanları beyin fırtınası tekniği ile belirlenmiştir. Üretim alanında faaliyet gösteren işletmede 3-5 yıl iş deneyimine sahip iki uzman tarafından puanlar belirlenmiştir. Uzmanlar puanlamaları yaparken gerektiği zaman ilgili departmanları da beyin fırtınasına dahil etmiştir.

Çalışmanın ilk adımında Şekil 1’de bulunan hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Hiyerarşik yapıda bulunan ana ve alt kriterlerin belirlenmesinden sonra ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve her bir kriter için öncelik değerleri bulunmuştur. Tablo 1’de ana kriterler için oluşturulan AHP tablosu verilmiştir. Ana kriterler için tutarlılık oranı 0,05 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 0,10’dan küçük veya eşit olması elde edilen AHP puanlarının kullanılabilceğini göstermektedir [23].

Tablo 1. Ana kriter önem seviyeleri

Kriterler	Çevresel	Fiziksel	Psikolojik	Ağırlık
Çevresel	1	3	7	0,65
Fiziksel	1/3	1	5	0,28
Psikolojik	1/7	1/5	1	0,07

Tablo 1’e göre uygulamanın yapıldığı firmada ergonomik açıdan ana kriterlerin önem seviyesi sırasıyla çevresel faktörler, fiziksel faktörler ve psikolojik faktörler şeklindedir. Bu durum ergonomik açıdan iyileştirmeler yapılacağına önceliğin çevresel faktörlere verilmesinin firma açısından daha olumlu sonuçlar doğuracağını göstermektedir. Her bir alt kriter ve alt kriterlere ait alt kriterler için AHP tabloları oluşturulmuştur. Tutarlılık indeksleri çevresel faktörler, fiziksel ve psikolojik faktörler için sırasıyla 0,09, 0,10 ve 0,05 olarak bulunmuştur. AHP analizleri sonucunda elde edilen ağırlık puanları Tablo 2’de özet olarak verilmiştir.

Tablo 2’ye göre çevresel faktörler içerisinde bulunan alt kriterlerin önem seviyeleri sırasıyla gürültü, hava koşulları, aydınlatma, kimyasallar ve titreşimdir. Gürültü alt kriterine bağlı kriterlerde süre; hava koşulları alt kriterlerine bağlı alt kriterlerde hava sıcaklığı ve aydınlatma alt kriterlerine bağlı alt kriterlerde ise şiddet en önemli kriterler olarak belirlenmiştir.

Fiziksel faktörler ana kriterine bağlı alt kriterlerin önem seviyeleri AHP sonucunda sırasıyla yerleşim düzeni, tekrarlanan işler, uygunsuz duruş ve statik duruş olarak belirlenmiş ve önem seviyeleri Tablo 2’de verilmiştir. Psikolojik faktörler değerlendirildiğinde ise en önemli alt kriterin çalışan kaynaklı olduğu görülmektedir. Çalışan kaynaklı faktörleri sırasıyla iş yapısından kaynaklı ve işletme yapısından kaynaklı alt kriterler takip etmektedir.

Ana ve alt kriterlerin AHP metodu ile önem seviyeleri belirlendikten sonra işletmede bulunan her bir departman (üretim, kalite kontrol, insan kaynakları, arge, üretim planlama, satın alma-lojistik, stok kontrol, muhasebe ve bilgi-işlem) her bir alt kriter bazında AHP metodu ile değerlendirilmiştir. Tablo 3’de çevresel ana kriterine bağlı en yüksek önem derecesine sahip gürültü alt kriteri için yapılan AHP tablosu bulunmaktadır. Tablo 3’e göre departman bazında bakıldığında gürültü alt kriteri 0,36 ağırlık puanı ile en büyük öneme üretim departmanında sahiptir.

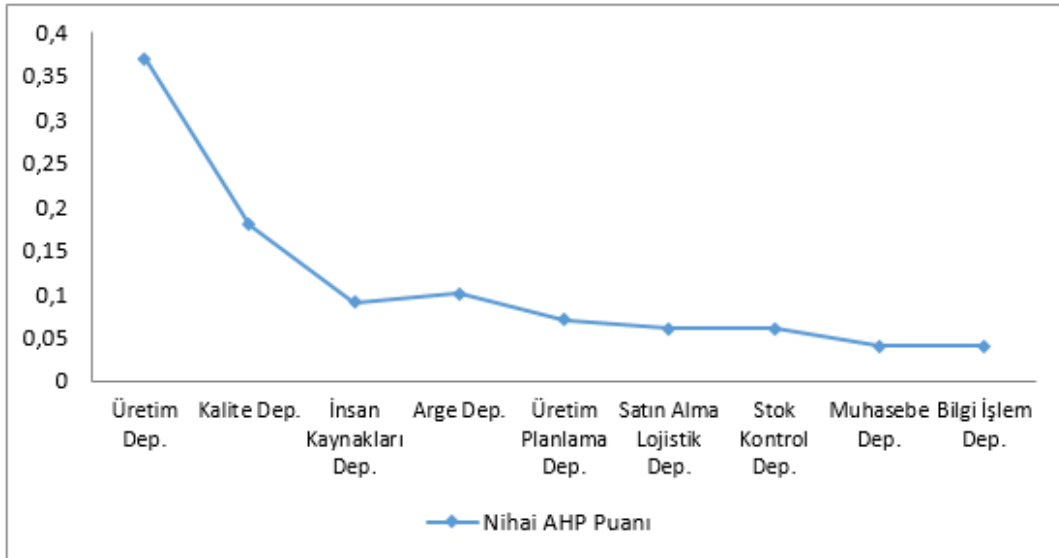
Tablo 2. Alt kriterlerin önem seviyeleri

Ana Kriter	Alt Kriter-1	Ağırlık Puanı	Alt Kriter-2	Ağırlık Puanı
Çevresel Faktörler	Gürültü	0,55	Süre	0,83
			Frekans aralığı	0,17
	Hava Koşulları	0,22	Hava sıcaklığı	0,72
			Ortam nemi	0,19
			Havalandırma	0,09
Aydınlatma	0,12	Şiddet	0,74	
		Gölge	0,15	
Kimyasallar	0,07			
Fiziksel Faktörler	Yerleşim düzeni	0,64		
	Tekrarlanan işler	0,19		
	Uygunsuz duruş	0,09		
	Statik duruş	0,09		
Psikolojik Faktörler	Çalışandan kaynaklı	0,71		
	İş yapısından kaynaklı	0,18		
	İşletme yapısından kaynaklı	0,11		

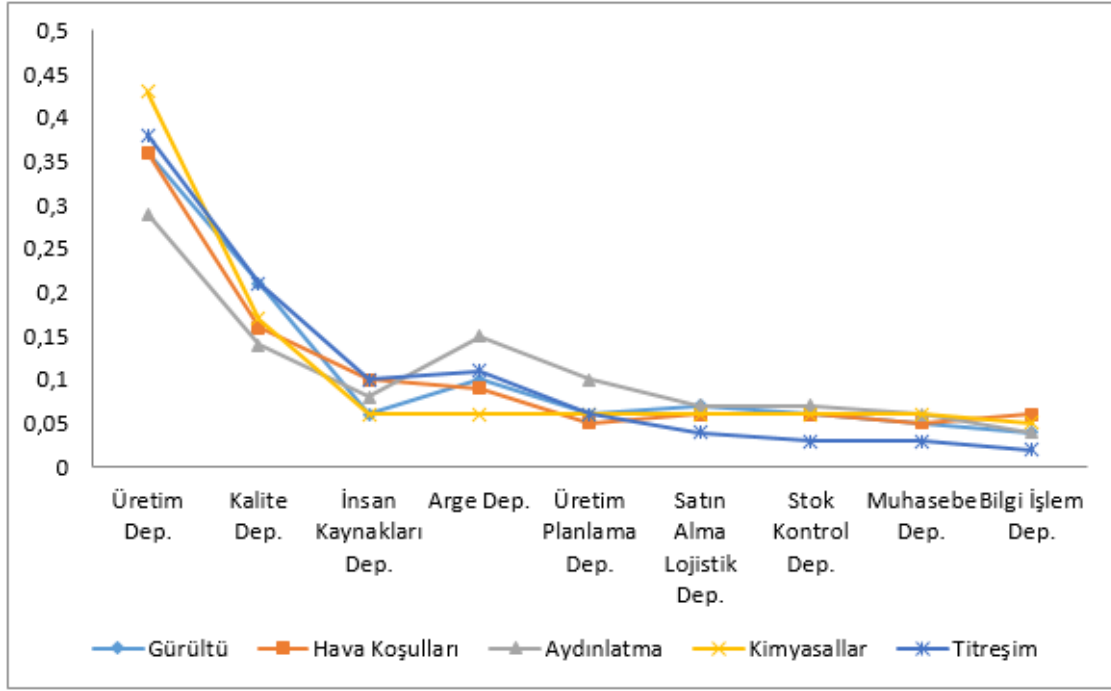
Tablo 3. Departmanların gürültü alt kriterine göre önem seviyeleri

Kriterler	Üretim Dep.	Kalite Dep.	İnsan Kaynakları Dep.	Arge Dep.	Üretim Planlama Dep.	Satın Alma Lojistik Dep.	Stok Kontrol Dep.	Muhasebe Dep.	Bilgi İşlem Dep.	Ağırlık
Üretim Dep.	1	5	7	5	5	5	5	5	5	0,36
Kalite Dep.	0,2	1	4	4	4	4	4	4	4	0,21
İnsan Kaynakları Dep.	0,14	0,25	1	1	1	1	1	1	1	0,06
Arge Dep.	0,2	0,25	1	1	3	2	2	2	3	0,10
Üretim Planlama Dep.	0,2	0,25	1	0,33	1	1	1	2	2	0,06
Satın Alma Lojistik Dep.	0,2	0,25	1	0,5	1	1	2	2	2	0,07
Stok Kontrol Dep.	0,2	0,25	1	0,5	1	0,5	1	3	2	0,06
Muhasebe Dep.	0,2	0,25	1	0,5	0,5	0,5	0,33	1	2	0,05
Bilgi İşlem Dep.	0,2	0,25	1	0,33	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,04

Her bir departman için alt kriter bazında yapılan AHP sonuçları Tablo 4’de özetlenmiştir. Tablo 4’e göre üretim departmanı için kimyasallar, kalite departmanı için gürültü ve titreşim, insan kaynakları departmanı için işletme ve çalışan kaynaklı, arge departmanı için aydınlatma, üretim planlama departmanı için aydınlatma, satın alma-lojistik departmanı için çalışandan kaynaklı faktörler, stok kontrol departmanı için aydınlatma, muhasebe departmanı için aydınlatma ve kimyasallar ve bilgi işlem departmanı için hava koşulları en önemli kriterleri oluşturmaktadır. Tüm faktörlerin etkisi Şekil 2’de verilmiştir. Üretim departmanından bilgi işlem departmanına doğru azalan bir öncelik sırası mevcuttur.

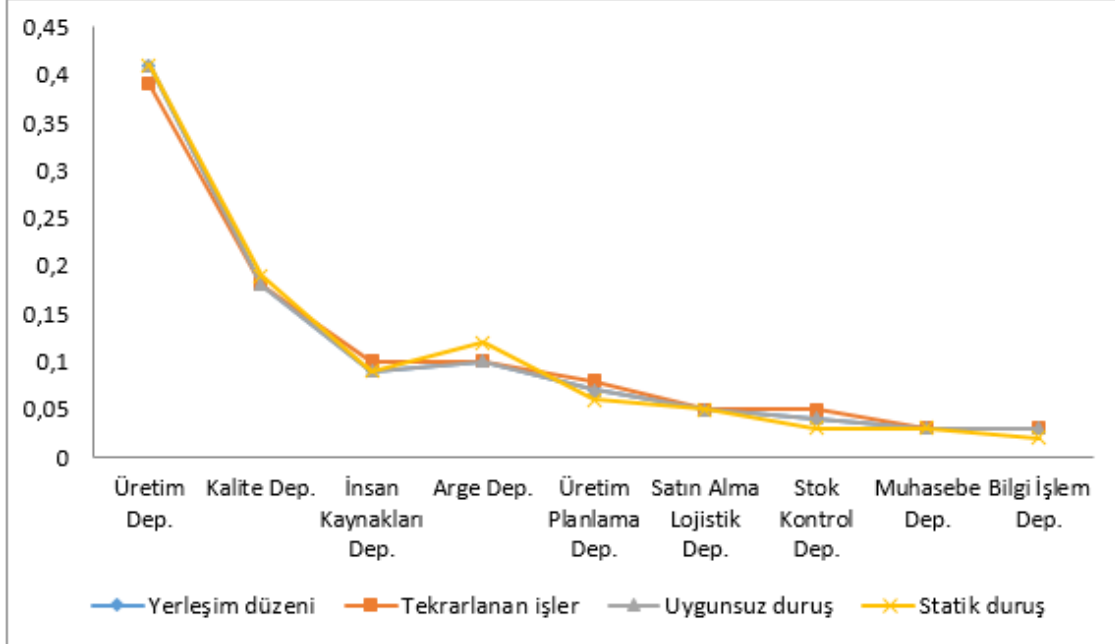
**Şekil 2.** Departman bazında Nihai AHP Puanları

Şekil 3’de çevresel faktörler ana kriterine bağlı alt kriterlere göre departman bazında önem seviyeleri verilmiştir. Tüm kriterlerde en önemli önceliğin üretim departmanında olduğu Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3. Departmanlardaki alt kriterlerin çevresel faktörlere etkisi

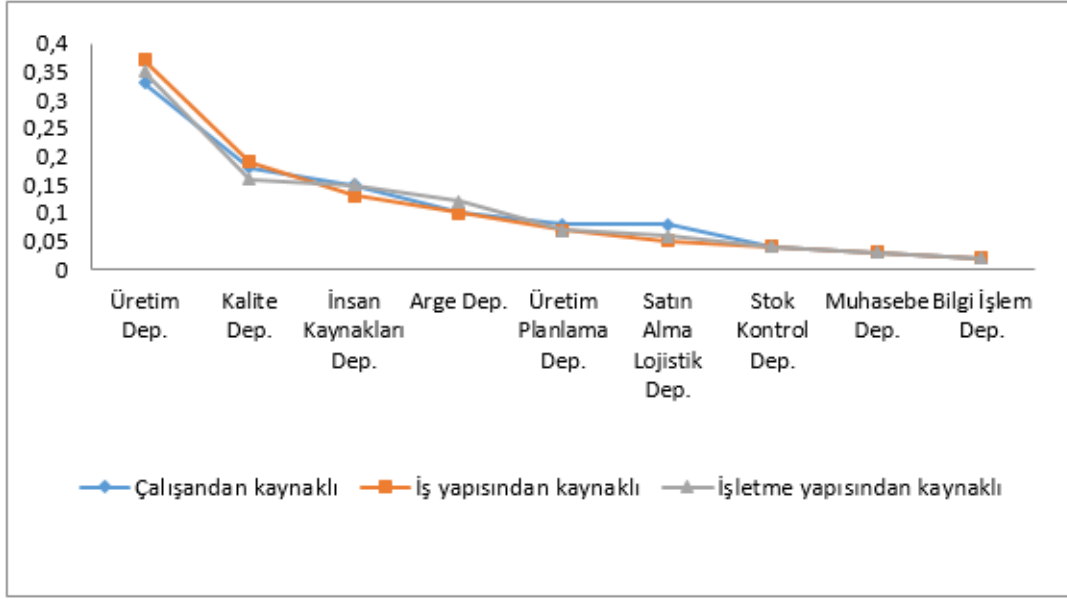
Ergonomik kriterler departmanlar açısından değerlendirildiğinde Tablo 4'e göre fiziksel ana kriterine bağlı tüm alt kriterlerde en yüksek öncelik değeri üretim departmanında elde edilmektedir. Şekil 4'de fiziksel faktörler ana kriterine bağlı alt kriterlere göre departman bazında önem seviyeleri verilmiştir.



Şekil 4. Departmanlardaki alt kriterlerin fiziksel faktörlere etkisi

Tablo 4'de departman bazında bakıldığında hava koşulları kriterinin üretim planlama ve muhasebe; diğer kriterlerin ise bilgi işlem departmanında en düşük önem seviyesine sahip olduğu görülmektedir. Şekil 5'de psikolojik faktörler ana kriterine bağlı alt kriterlere göre departman bazında

önem seviyeleri verilmiştir. Tüm kriterlerde en önemli önceliğin üretim departmanında olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Departmanlardaki alt kriterlerin psikolojik faktörlere etkisi

Her bir departmanın her bir alt kriter için puanlamasının ardından departmanların ergonomik açıdan nihai AHP puanları elde edilmiştir. Nihai AHP puanları elde edilirken Tablo 4’de yer alan departmanların her bir alt kriter bazındaki AHP puanları ilgili kritere ait ana ve alt kriter AHP puanları ile çarpılmıştır. Elde edilen çarpım değerleri departman bazında toplanmış ve nihai AHP puanı elde edilmiştir. Nihai AHP puanları Tablo 4’de son kolonda verilmiştir. Nihai AHP puanlarına göre ergonomik açıdan departmanların önem seviyesi sırasıyla üretim, kalite, arge, insan kaynakları, üretim planlama, satın alma-lojistik, stok kontrol, muhasebe ve bilgi işlem şeklindedir. Tüm AHP hesaplamaların tutarlılık oranı hesaplanmış ve tutarlılık indeksi istenen değer olan 0,10’dan küçük veya eşit bulunmuştur. Her bir alt kriter için tutarlılık indeks değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde hızla gelişen teknoloji her alanda olduğu gibi çalışma yaşamında da önemli değişimleri beraberinde getirmektedir. Verimlilik için etkinliğin artırılması ve verimlilik artışı için de çalışma alanlarının ergonomik kriterler dikkate alınarak düzenlenmesi öncelikli hedef haline gelmiştir. Bu çalışmada işletmeler için önem arz edecek ergonomik kriterler tanımlanmıştır. Üretim işletmesinde yapılan uygulama çalışmasında ergonomik kriterlerin AHP metodu ile öncelik değerleri belirlenmiştir. Aynı zamanda kriterler departman bazında AHP metodu ile değerlendirilmiştir. Böylece üretim işletmesinde ergonomik kriterlerin önem seviyeleri departman bazında belirlenmiştir.

Sonuç olarak bir üretim işletmesi için ergonomik kriterlerin üretim departmanında en büyük, bilgi işlem departmanında ise en düşük önem seviyesine sahip olduğu söylenebilir. Firmanın ergonomik açıdan düzenlemeler yapacağına mevcut finansman ve iş gücü kaynaklarını öncelikle üretim departmanında kullanmasının maksimum fayda sağlayacağı ortaya çıkmıştır.

Gelecek çalışmalarda hizmet sektörü için de ergonomik kriterler tanımlanarak çok kriterli karar verme metotları ile önceliklendirilebilir. Aynı zamanda üretim ve hizmet sektörü için ortak olan ergonomik kriterlerin sektör bazında değerlendirmesi AHP yöntemine alternatif olarak başka çok kriterli karar verme metodu ile de yapılarak sektörler ve metotlar karşılaştırılabilir.

Tablo 4. Departmanların alt kriter önem seviyeleri

Kriterler	Çevresel Faktörler					Fiziksel Faktörler			Psikolojik Faktörler			Nihai AHP Puanı	
	Gürültü	Hava Koşulları	Aydınlatma	Kimyasallar	Titreşim	Yerleşim düzeni	Tekrarlanan işler	Uygunsuz duruş	Statik duruş	Çalışandan kaynaklı	İş yapısından kaynaklı		İşletme yapısından kaynaklı
Departman													
Üretim Dep.	0,36	0,36	0,29	0,43	0,38	0,41	0,39	0,41	0,41	0,33	0,37	0,35	0,37
Kalite Dep.	0,21	0,16	0,14	0,17	0,21	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19	0,16	0,18
İnsan Kaynakları Dep.	0,06	0,10	0,08	0,06	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,15	0,13	0,15	0,09
Arge Dep.	0,10	0,09	0,15	0,06	0,11	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,12	0,10
Üretim Planlama Dep.	0,06	0,05	0,10	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07
Satın Alma Lojistik Dep.	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06
Stok Kontrol Dep.	0,06	0,06	0,07	0,06	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,06
Muhasebe Dep.	0,05	0,05	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
Bilgi İşlem Dep.	0,04	0,06	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Tutarlılık İndeksi	0,05	0,03	0,09	0,01	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09	0,07	0,07

Teşekkür

Çalışma sırasında AHP değerlendirmelerini yapan uzmanlarımıza teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Çalışmada her iki yazarda eşit oranda katkı sunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Ünügür M. 1988. Gelişmekte Olan Ülkelerdeki Önemi Açısından Ergonomi-Mimarlık İlişkileri. 1. Ulusal Ergonomi Kongresi, İTÜ Milli Prodüktivite Merkezi, Ankara.
- [2] Ulucan H.F., Zeyrek S. 2012. Ofislerde İş Sağlığı ve Güvenliği. http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG14-ofislerde_isg.pdf (Erişim tarihi 24.01.2014).
- [3] Beno R., Drienikova K., Nano T., Sakal P. 2012. Multicriteria Assessment of the Ergonomics Risk Probability Creation by Chosen Groups of Stakeholders with Using AHP Method within the Context of CSR. Proceedings of the International Conference Quantitative Methods in Economics, 7-12.
- [4] Ömürbek N., Tunca M. Z. 2013. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin bir Örnek Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18 (3): 47-70.
- [5] Yüksel İ., Dağdeviren M. 2006. Sosyo-Teknik Sistemlerde Hatalı Davranış Riskini Belirlemeye Yönelik Bir Erken Uyarı Modeli. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21 (4): 791-799.
- [6] Hayta A.B. 2007. Çalışma Ortamı Koşullarının İşletme Verimliliği Üzerine Etkisi. Journal of Commerce, 1: 21-41.
- [7] Dağdeviren M., Yüksel İ. 2008. Developing a Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) Model for Behavior-Based Safety Management. Information Sciences, 178 (6): 1717-1733.
- [8] Taha Z., Hastutiningsih E. 2009. Analysis of Ergonomics Workstation Layout Design using Analytical Hierarchy Process, 233-237.
- [9] Maldonado-Macías A., Alvarado A., García J.L., Balderrama, C.O. 2014. Intuitionistic Fuzzy TOPSIS for Ergonomics Compatibility Evaluation of Advanced Manufacturing Technology. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 70 (9-12): 2283-2292.
- [10] Tortorella G.L., Vergara L.G.L., Ferreira E.P. 2017. Lean Manufacturing Implementation: An Assessment Method with Regards to Socio-technical and Ergonomics Practices Adoption. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 89 (9-12): 3407-3418.
- [11] Bougrine A., Darmoul S., Hajri-Gabouj S. 2017. TOPSIS based Multi-Criteria Reconfiguration of Manufacturing Systems Considering Operational and Ergonomics Indicators. International Conference on Advanced Systems and Electric Technologies (IC_ASET), January, 329-334.
- [12] Halder P., Karmaker C., Rahman M. 2018. Integrated Approach of Ergonomics and MCDM into Truck Drivers' Seat Comfort: A Case Study in Bangladesh. 5th International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering (ICMIEE), 1-5, Bangladesh.
- [13] Camkurt M. Z. 2017. İşyeri Çalışma Sistemi ve İşyeri Fiziksel Faktörlerinin İş Kazaları Üzerindeki Etkisi. TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 21 (1): 80-106.
- [14] Kürklü G., Görhan G., Burgan H.İ. 2013. Çalışma Hayatında Gürültünün Etkisi ve İnşaat Teknolojileri Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi. SDU International Journal of Technological Science, 5 (1): 22-35.

- [15] Erkan N. 2003. Ergonomi.(7. Baskı). MPM Yayınları, Ankara
- [16] Akçakale N. 2016. Ayakkabı Tabanlarında Kauçuk Kullanımı. *Technological Applied Sciences*, 11 (3): 86-97.
- [17] Enstitüsü İ.Y.T. 2014. 8. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- [18] Kahraman M. F. 2013. Müdürlüğü İ. Türkiyede Antropometrik Verilere Göre Ofiste Ergonomik İşyeri Tasarımı, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi.
- [19] Enez K. 2008. Ormancılıkta Üretim İşçiliğinde Antropometrik Verilerin ve Çalışma Duruşlarının Kaza Risk Faktörleri Olarak Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Trabzon.
- [20] Alsat O.Ç. 2016. Çalışan Motivasyonunu Etkileyen Faktörlerin İş Tatminine Etkisini Belirlenmesine Yönelik Bir Uygulama. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [21] Yılmaz A., Ekici S. 2006. Örgütsel Yaşamda Kamu Çalışanlarının Örgütsel Stres Kaynakları Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11 (1): 31-58.
- [22] Torun E. 2007. İnsan Kaynakları Yönetiminde İş Tatmini ve Konu ile ilgili Yapılan bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- [23] Saaty R.W. 1987. The Analytic Hierarchy Process—What it is and How it is used. *Mathematical Modelling*, 9 (3): 161-176.
- [24] Vaidya O.S., Kumar S. 2006. Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. *European Journal of Operational Research*, 169 (1): 1-29.