

İŞLETME FİZİKSEL KOŞULLARININ BULANIK MANTIK YÖNTEMİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR KONFEKSİYON İŞLETMESİ ÖRNEĞİ

EVALUATION OF PLANT'S PHYSICAL CONDITIONS USING FUZZY LOGIC: AN APPAREL INDUSTRY CASE STUDY

Mücella GÜNER

Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü
e-mail: mucella.guner@ege.edu.tr

A. Aslı İLLEEZ

Ege Üniversitesi
Emel Akın Meslek Yüksekokulu

Can ÜNAL

Ege Üniversitesi
Emel Akın Meslek Yüksekokulu

ÖZET

Günümüzde insan sağlığına verilen önem iş çevrelerinde giderek artmaktadır. Özellikle konfeksiyon sanayi gibi emek yoğun sektörlerde, üretim, çalışanların performansına bağlıdır. Çalışanlar işletmelerde, iş yeri şekillendirilmesi, fiziksel koşullar, organizasyon, çalışılan malzeme ve ekipmanlar gibi pek çok sorunla karşı karşıyadır. Olumsuzluklar, çalışanların hem sağlıklarını etkilemekte hem de onların yeterli verimlilikte çalışmalarına engel olmaktadır. Bu çalışmada, bir konfeksiyon işletmesindeki çalışma ortamını etkileyen fiziksel faktörlerin (aydınlık, gürültü, iklim) her bir işletme departmanı için ölçümleri yapılmıştır. Departmanlar bazında elde edilen ölçümlerin sonuçları bulanık mantık yardımıyla değerlendirilerek puanlandırılmış ve bu puanlara dayanarak departmanların koşullarını düzenleme önceliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel koşullar, Ergonomi, Bulanık mantık, Konfeksiyon.

ABSTRACT

Nowadays, importance of human health in the working environment is getting increased. Especially in labour-intensive sectors such as apparel industry, production depends on labour performances. Labours are faced with a lot of problems in the working places such as layout of working places, physical conditions, organization, working materials and equipments. Complications both affect health of the workers and disrupt their working efficiency. In this study, measurements are taken from all departments for each physical factors (illumination, noise, climate) that affect the working condition of an apparel company. Results gained from the measurements in departments are evaluated and graded by using fuzzy logic. According to these grades priority of reorganization of departments' conditions are determined.

Key Words: Physical working conditions, Ergonomics, Fuzzy logic, Apparel industry.

Received: 15.01.2009

Accepted: 18.05.2009

1. GİRİŞ

İnsan ve çalışma çevresi arasındaki ilişkinin bilimsel yönden incelenmesini yapan ergonomi bilimi, endüstrileşmenin hızla ilerlemesi sonucu gelişmiş bir bilim dalıdır. Çalışanların işlerinde daha rahat, daha güvenli ve daha sağlıklı dolayısıyla da daha verimli çalışmasını sağlamak amacıyla, ergonominin başta üretim sektörü olmak üzere bütün sektörler tarafından benimsenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Özellikle konfeksiyon sektörü, emek yoğun bir yapıya sahip olduğundan ergonomik düzenlemelerin mutlaka yapılması gereklidir.

Çalışma ortamlarının ergonomik anlamda incelenmesinde temel amaç, sadece çalışanların sağlık ve güvenliklerinin sağlanması değil, ayrıca onların; fiziksel özelliklerini, fizyolojik ve psikolojik yeteneklerini en etkin biçim-

de devreye sokabilecekleri bir çalışma ortamı tesis etmektir. Böylece çalışanların verimlerini ve yapılan işin kalitesini arttırmak mümkün olacaktır (1).

İş sisteminin 7 elemanından birisi olan çevre etkenleri; iş sistemini etkileyen ve bazı durumlarda da iş sistemi tarafından üretilen fiziksel, örgütsel ve de sosyal etmenler olarak sınıflandırılırlar.

Fiziksel koşullara çoğu zaman çalışma koşulları da denir. Bunlar sırasıyla (2,3);

- Klima (sıcaklık, nem),
- Aydınlatma,
- Gürültü'dür.

Bu çalışmada yukarıda belirtilen 4 fiziksel faktörle (sıcaklık, nem, aydınlık ve gürültü) ilgili olarak bir konfeksiyon işletmesinde incelemeler yapılmıştır. İşletme, iş akışı ve işçi

yoğunluğu düşünülerek 7 departmana bölünmüş ve her birinde belirlenen fiziksel faktörlerle ilgili ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümlerle ilgili literatür araştırması sonucunda konfeksiyon için belirlenen sınır değerler baz alınarak 100'lük bir değerlendirme skalası hazırlanmıştır. Departmanlar için 4 fiziksel faktörün bir arada bulanık mantık yöntemine göre değerlendirilmesi bu skala kullanılarak yapılmıştır. Böylece bir konfeksiyon işletmesi departmanlarının fiziksel koşullar açısından durumu, ergonomik ölçümlere dayandırılarak belirlenmiş olmaktadır. Yapılan değerlendirme sayesinde farklı ergonomik koşulların bir arada incelenerek, işletme geneli açısından tek bir sonuca ulaşılması oldukça önemlidir. Bu sayede gelecekte yapılacak olan benzer çalışmalara yol gösterici olunması amaçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde fiziksel koşullar ile ilgili olarak ülkemizde ve yurt dışında farklı çalışmalar dikkat çekmektedir.

İsveç’de 16 farklı firmanın çağrı merkezlerinde çalışan operatörlerin içinde buldukları fiziksel koşullar ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada araştırmaya katılan şirketlerde çalışan 1531 kişiye fiziksel koşulları ve sağlık konularında çeşitli sorular yöneltilmiştir. Bunlar arasında çalışma ortamındaki fiziksel koşullarla ilgili sorular da yer almaktadır. Ayrıca deneyimli ergonomistler tarafından ortamın sıcaklığı, nemi, aydınlatması, gürültü seviyesi ve diğer bazı fiziksel koşullar ölçülmüştür (4).

Ülkemizde çeşitli sektörlerde, fiziksel koşullar ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu çalışanların memnuniyetlerini araştırıcı sorular ve alınan yanıtların istatistiksel değerlendirilmesini içermektedir. Türkiye’de tarımda çalışan biçer döver işçilerinin maruz kaldıkları gürültü konusunda yapılan bir çalışmada, nispeten eski ve sürücü kabini olmayan araçların kullanılmasında yaşanan olumsuz koşullar ortaya konmuştur (5).

Konfeksiyon sektörüne yönelik yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu da yine anket çalışması şeklindedir (6-8).

Erdinç ve Vayvay çalışmalarında, ergonomik geliştirmelerin kalite performansını artırdığını ve kalite çalışmalarının da insana uygun fiziksel koşullar ve iş güvenliğinin sağlanması gibi ergonomik gelişimleri kolaylaştırdığını ortaya konmuştur. Üretimde kalite sorunlarının temelindeki insan hatasının azaltılması için çalışanlara uygun, fiziksel ve zihinsel zorlanma yaratmayan çevresel ve organizasyonel koşulların sağlanmasının büyük önem arz ettiği belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, üretimde ergonomik uygulamalar yoluyla kalite iyileştirmeye yönelik proje seviyesinde bir metodolojinin bulunmadığı, literatürde de bu yönde somut çalışmalara ihtiyaç duyulduğu dile getirilmiştir. Ergonomi Yoluyla Kalite İyileştirme (EYKİ) metodolojisi kavramsal model düzeyinde ortaya konmuştur. EYKİ metodolojisinin insanın etkili olduğu üretim süreçleri gerçekleştiren, aktif bir kalite sistemine ve sürekli gelişim felsefesine sahip firmalarda başarıyla uygulanabileceği öngörülmüştür (9).

10 adet konfeksiyon işletmelerinin aydınlatma düzeylerinin tespiti ve bunların standart değerlerle karşılaştırılmasına yönelik yapılan bir çalışmada departmanlar bazında sonuçların ge-

rekli olan değerlerle saptığı gözlenmiştir. Değerlerin (kalite kontrol departmanı gibi) bazı bölümlerde istenenden düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta bu hataların bilgi eksikliğinden ve gerekli düzenlemelerin planlamada veya iş akışı sırasında gerçekleştirilmemesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir (10).

Bu çalışma sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan Bulanık Mantık yöntemi üzerine yapılan literatür araştırmasında görülmüştür ki, bulanık mantığın hangi kavramlardan oluştuğu, mühendislik ve MATLAB uygulamaları üzerine birçok makale ve kitap yer almaktadır (11-21). Bulanık mantık, çalışanlara görev atanması, doğrusal programlama uygulamaları gibi mühendislik uygulamaların da sıklıkla kullanılmaktadır (22, 16). Tekstil sektöründe ise özellikle iplik büzüşmesi ve tutumu, kumaş kesim işleminin çizelgelemesi gibi konularda kendine yer bulmuştur (23,24).

Ayrıca bulanık mantık kullanılarak gerçekleştirilen diğer bir çalışmada gürültü seviyesinin azaltılması ve değerlendirilmesi için bulanık modeller kullanılmış, gerçekleşen ve modelden elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir (24,25).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Ölçümler için seçilen konfeksiyon işletmesi İzmir Atatürk Organize Sanayi’nde faaliyet göstermekte olan bünyesinde 196 personeli olan orta ölçekli bir konfeksiyon işletmesidir. İşletmede bebek, çocuk ve yetişkin üst spor giyimi üzerine üretim yapılmaktadır. Üretimnin 99%’u fason olup, kalan %1’lik kısmını araştırma geliştirme için ayrılmış yeni ürünlerin ve makinelerin denendiği bir pilot üretim bandı oluşturmaktadır.

İşletme iki katlı olup, zemin katında hammadde ve aksesuar depoları ile serim-kesim-metolama departmanı, birinci katta ise dikim-1, dikim-2, kalite kontrol, ütü ve paket departmanları yer almaktadır. Çalışan sayısının çok az ve alanları dağınık olması nedeni ile depo bölümü ölçüm ve değerlendirme aşamalarında çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fiziksel Koşulların Ölçüm Yöntemi

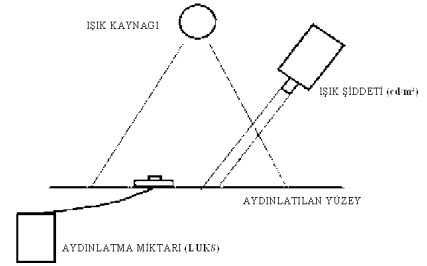
İşletme fiziksel koşulları için ele alınan ölçütler, aydınlatma, gürültü, iklim için

yapılan ölçümlerde kullanılan cihazlar ve dikkate alınan faktörler aşağıda izah edilmiştir:

Aydınlatma; Ölçümler sırasında ölçüm aralığı 0-50.000 lux olan elektronik bir lüksmetre (Lux&fc Light Meter) kullanılmıştır (Şekil 1). Ölçümler sırasında iş görenlerin görüş seviyesi ve çalıştıkları masalar göz önünde bulundurulurken, ölçümler bu noktalarda yapılmıştır (Şekil 2) (10).



Şekil 1. Lüks Metre



Şekil 2. Aydınlatma Ölçümü

Gürültü; Ölçüm noktaları; araştırmanın amacına uygun olarak, iş istasyonlarında işçilerin yoğun olarak çalışma sahası içerisinde tespit edilmiştir. Gürültü ölçümü için “gürültü ölçer” veya “dozimetre” adı verilen Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği bünyesinde bulunan DT 8850 gürültü ölçer kullanılmıştır (Şekil 3).

Gürültü ölçümü, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü’nde gerçekleştirilen 05 MÜH 010 numaralı projede izlenen yol örnek alınarak yapılmıştır. Ölçümler sırasında mikrofon, gürültü kaynağına bakacak şekilde, yerden 1,2-1,5 m (işçinin kulak hizasında) ve çalışandan 50 cm uzaklıkta tutulmuştur. Ölçüm noktalarında, birer dakikalık aralarla maksimum gürültü seviyeleri kaydedilmiştir ve bu işlem beş kez yinelenmiş ve sonuçların ortalaması alınmıştır (26).



Şekil 3. Gürültü ölçer (dozimetre)



Şekil 4. Elektronik sıcaklık-nem ölçer

İklim; Çalışma ortamının ısı ve nemini ölçmek için elektronik sıcaklık-nem ölçer (Şekil 4) kullanılmıştır. Çalışmada işletmenin ısı ve nem ölçümleri yapılırken; her departmanın kapladığı alan,

makinelerin ve çalışanların yerleşimi göz önüne alınmıştır. Ölçüm sonuçlarına etkisi olan pencerelerin açık ya da kapalı olması durumu, havalandırma tertibatı, gün ışığının etkisi, giriş-çıkış noktalarına yakınlık-uzaklık gibi faktörler de dikkate alınmıştır.

3.2.2. Fiziksel Koşulları Değerlendirme Yöntemi

Çalışmada, uygulama yapılan konfeksiyon işletmesi departmanlarının ergonomik çevre koşulları açısından değerlendirilmesi amacıyla bulanık mantık kullanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak işletmenin farklı departmanlarından dört farklı ergonomik değişken (gürültü, nem, sıcaklık, aydınlatma) için ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerden elde edilen sonuçların ortalama değerlerinin işletme departmanlarına göre dağılımları Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1’de gösterilen değerleri bulanık mantıkla değerlendirmek için her ergonomik faktör için “kötü”, “orta” ve “iyi” olmak üzere 3 adet sözel değişken belirlenmiştir. Tüm sözel değişkenler belirli üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanmıştır. Ancak bu tanımların hangi sayısal aralıkları içerdiğinin belirlenmesi için aşağıda detayları verilen farklı kaynaklara başvurulmuştur.

Tablo 1. Departmanlara göre ergonomik değişkenlerin ortalama değerleri

	Serim-Kesim	Metolama	Dikim 1	Dikim 2	K. Kontrol	Ütü	Paket
Gürültü	68,96	67,4	78,06	77,53	66	84,4	70.7
Nem	37	36,3	36,4	38,1	35,66	36,66	36
Sıcaklık	21,9	22,13	25,34	25,52	25,8	26,4	28,86
Aydınlatma	899	865	585,66	614	1529	520	100

Tablo 2. Gürültü Kontrol Yönetmeliği

Gürültüye maruz kalınan süre (saat/gün)	Max gürültü seviyesi (dBA)
7,5	80
4	90
2	95
1	100
0,5	105
0,25	110
0,125	115
Darbe gürültülerinin üst seviyesi 140 dBA’yı aşamaz.	

Tablo 3. Hazır Giyim Sanayinde Kullanılması Tavsiye Edilen Aydınlatma Düzeyleri

İşletme Bölümleri	Aydınlık Düzeyi (Lux)
İmalat bölümü Dikimhane, montaj, Kesimhane, hazırlama, Ütü bölümü	En az 750 750 500
Kontrol bölümü Mal giriş kontrolü Son kontrol	En az 1000 1000

3.2.2.1. Fiziksel Koşulları Değerlendirme Kriterleri

Gürültü: Gürültü için sürekli 90 dBA’lık ya da daha fazla bir gürültü düzeyi işitme için tehlike olarak kabul edilmektedir. 85 dBA, tehlikeli ve tehlikesiz gürültüye maruz kalma konusunda sınır olarak kabul edilmektedir ve aşılması gerekmektedir (27, 28). İşletmelerin ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde, Gürültü Kontrol Yönetmeliğinin Tablo 2’deki değerlerinden işletmenin fiziksel koşullarına uygun olan “gürültüye maruz kalınan süre için 7,5 saat/gün” çalışma süresi baz alınmıştır (29).

Aydınlatma: Konfeksiyonda farklı bölümlerde farklı aydınlatma düzeyleri gerekmektedir. Tablo 3’de hazır giyim sanayinde kullanılması tavsiye edilen aydınlatma düzeyleri verilmiştir (27).

İklim: Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) yayınlarında yapılan kaynak taraması sonucunda konfeksiyon işletmelerinde teknik açıdan olması gereken sıcaklığın $20 \pm 2^\circ\text{C}$, ortam nemliliğinin ise %40-70 arasında tutulması gerektiği bulunmuştur (30). Bu değerler işlemlerin, ayakta ve oturarak (18°C) yapılıyor olmasına göre ve işçinin zorlanma derecesinin hafif ($15-18^\circ\text{C}$), orta ($12-15^\circ\text{C}$) ve ağır (10°C) olmasına göre değerlendirilmiştir. Departmanlar bazında değerlendirdiğimizde aşağıdaki değerler (Tablo 4) uygun görülmüştür (28).

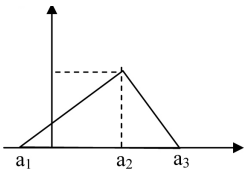
Tablo 4. Hazır Giyim Sanayinde Departmanlara Göre Uygun Sıcaklık Değerleri

Departman	Sıcaklık ($^\circ\text{C}$)
Numune	18
Model-kalıp	20
Kesimhane	15-18
Dikimhane	18
Kalite-kontrol	15-18
Ütü, Tela-Pres	12-15
Paketleme	15-18
Depolar	15-18

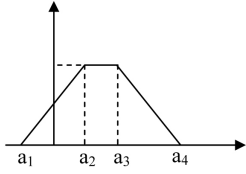
3.2.2.2. Fiziksel Koşulların Bulanık Mantık Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Yukarıda verilen değer incelenerek 4 farklı fiziksel özellik için “kötü”, “orta” ve “iyi” olarak isimlendirdiğimiz sözel değerlendirmenin (üyelik fonksiyonları) şekilleri ve bulanık aralıkları belirlenmiştir. Bu işlem, her departmanın ihtiyacı olan özellikler göz önüne alınarak hepsi için ayrı ayrı uygulanmıştır. Literatürde sıklıkla uygulandığı üzere üyelik fonksiyonları tanımlarında üçgen ve yamuk şekillerinden yararlanılmıştır.

Üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonu için öngörülen tanımlama ve şekil örneği şu şekildedir;



$$\mu_A(x) = \mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 \Rightarrow (x - a_1) / (a_2 - a_1) \\ a_2 \leq x \leq a_3 \Rightarrow (a_3 - x) / (a_3 - a_2) \\ x > a_3 \Leftrightarrow x < a_1 \Rightarrow 0 \end{cases} \quad (1)$$



$$\mu_A(x) = \mu_A(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} a_1 \leq x \leq a_2 \Rightarrow (x - a_1) / (a_2 - a_1) \\ a_2 \leq x \leq a_3 \Rightarrow 1 \\ a_3 \leq x \leq a_4 \Rightarrow (a_4 - x) / (a_4 - a_3) \\ x > a_4 \Leftrightarrow x < a_1 \Rightarrow 0 \end{cases} \quad (2)$$

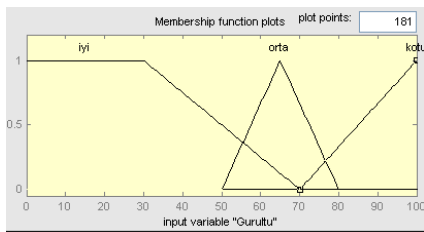
Uygulanan bulanık mantık değerlendirilmesinde çıkarsama metodu olarak "Mamdani Yöntemi" kullanılmıştır. Mamdani yöntemi çok yaygın bir kullanıma sahiptir ve diğer bulanık mantık modellerin temelini oluşturur. İlk defa bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla kontrolü amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntemde, hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir.

Mamdani çıkarsama metodu 4 adımdan oluşmaktadır;

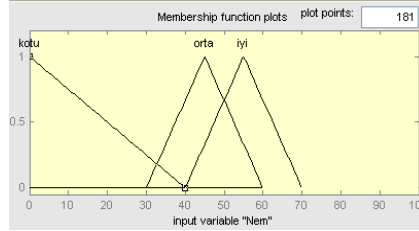
- 1) Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması,
- 2) Kural değerlendirme,
- 3) Kural çıktılarının bütünleştirilmesi,
- 4) Bulanıklığı giderme (durulaştırma).

Bulanık mantık uygulamasıyla ilgili tüm işlemler MATLAB programında gerçekleştirilmiştir. Yukarıda verilen fiziksel koşullar için standart değerler göz önüne alınarak, her ergonomik değişken için ayrı ayrı üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır. Bu noktada aydınlatma kriteri gibi bazı değişkenler departmanlara göre farklılık göstermektedir. O nedenle, bu farklılıkların üyelik fonksiyonlarına getirdiği değişkenlikler çalışmaya yansıtılmıştır. Örneğin, serim departmanı için sözü edilen ergonomik faktörlerin üyelik fonksiyonları şu şekilde oluşturulmuştur (Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8).

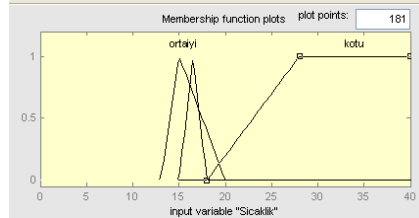
Serim departmanı için fiziksel koşulların üyelik fonksiyonları:



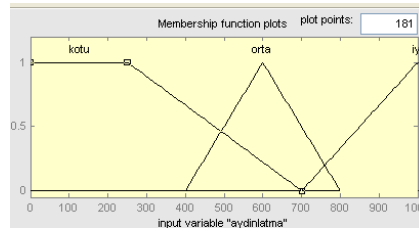
Şekil 5. Gürültü faktörü için kullanılan üyelik fonksiyonları



Şekil 6. Nem faktörü için kullanılan üyelik fonksiyonları



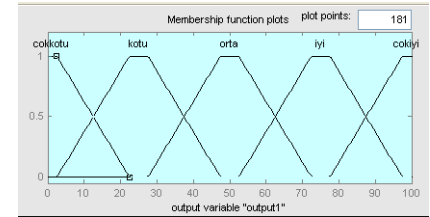
Şekil 7. Sıcaklık faktörü için kullanılan üyelik fonksiyonları



Şekil 8. Aydınlatma faktörü için kullanılan üyelik fonksiyonları

Çıktı tanımlarının üyelik fonksiyonları:

Hesaplamalarda kullanılacak üyelik fonksiyon tipleri ve tanımlamaları belirlendikten sonra departmanlar hakkında sonuç değerlendirmesinin yapılacağı çıktı fonksiyonlarının tipleri ve tanımlamaları belirlenmiştir. Şekil 9'de görüldüğü üzere bütün departmanlar için aynı fonksiyon kullanılmıştır. Değerlendirme aralığı 0-100 arası olacak şekilde yamuk üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Değerlendirmenin daha sağlıklı bir sonuç vermesi için sözel anlatımlar "çok kötü", "kötü", "orta", "iyi" ve "çok iyi" olmak üzere 5 farklı sınıflandırma şeklinde oluşturulmuştur.



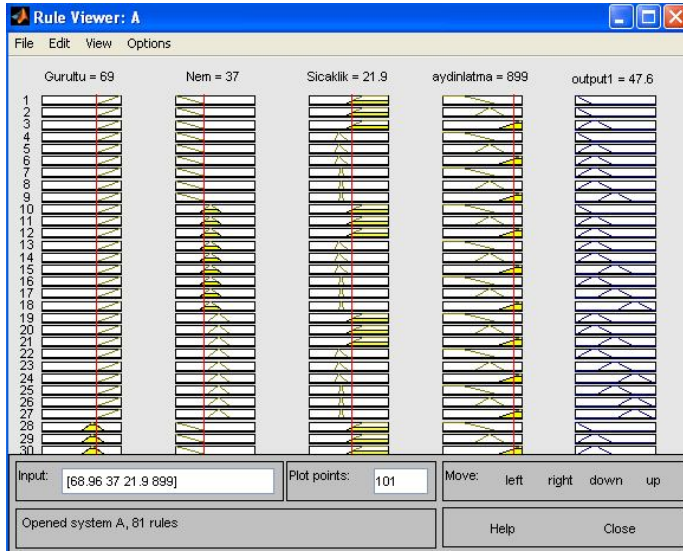
Şekil 9. Çıktı fonksiyonları

Girdi ve çıktı fonksiyonlarının tümü oluşturulduktan sonra gerçekleşecek tüm koşulları sağlayacak şekilde bulanık kurallar ortaya konulmalıdır. Bu kurallar yine sözel değişkenlerle ifade edilmiş ve konu hakkındaki uzman kişilerin görüşleri göz önüne alınmıştır. Tablo 5'de görüldüğü üzere, üyelik fonksiyonu için 3 farklı sözel değerlendirme, fiziksel koşullar için 4 farklı değişken ile 3⁴=81 adet koşul oluşturulmuştur.

Pek çok pratik uygulamada, sonuç kesin bir değer olarak verilmektedir. Bundan dolayı, bulanık çıkarım sonucunu durulamak gerekmektedir. Duru-

Tablo 5. Bulanık koşullar tablosu

	Gürültü	Nem	Sıcaklık	Aydınlatma	Sonuç
1	kötü	kötü	kötü	kötü	çok kötü
2	kötü	kötü	kötü	orta	çok kötü
3	kötü	kötü	kötü	iyi	kötü
4	kötü	kötü	orta	kötü	çok kötü
.
.
.
77	iyi	iyi	orta	orta	iyi
78	iyi	iyi	orta	iyi	çok iyi
79	iyi	iyi	iyi	kötü	iyi
80	iyi	iyi	iyi	orta	çok iyi
81	iyi	iyi	iyi	iyi	çok iyi



Şekil 10: MATLAB Fuzzy Toolbox görüntüsü

Tablo 6. Düzenleme Önceliği Karar Tablosu

Departmanlar	0-100 Değerlendirme Puanı	Koşulları Düzenleme Önceliği
Serim-Kesim	47,6	5
Metolama	48.8	6
Dikim 1	22,40	1
Dikim 2	23	2
K. Kontrol	49,6	7
Ütü	24,5	4
Paket	24,40	3

lama, yapılan bir bulanık hesaplamada olasılık dağılımını en iyi gösteren, bulanık olmayan bir sonucu elde etme sürecidir. Ancak iyi bir durulama stratejisi seçmek için sistematik bir işlem yoktur ve bundan dolayı uygulamanın özelliklerini dikkate alan bir yöntem seçilmesi gerekir.

Çalışmada durulama işlemi için "centroid" olarak bilinen ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır. Yönteme göre, oluşturan koşulların çıktı fonksiyonundaki yansımaları rijit bir cisim gibi ele alınmakta ve bu rijit cismin ağırlık merkezi hesaplanmaktadır. "Centroid" yöntemini cebirsel tanımı şu şekildedir (31);

$$z^* = \frac{\sum \mu(z).z}{\sum \mu(z)} \quad (3)$$

Burada $\mu(z)$ çıkarım işlemi neticesinde elde edilmiş üyelik ağırlığını, z her bir

kuraldaki çıkış değerini ve z^* durulaştırılmış çıkışı temsil etmektedir.

4. BULGULAR

Yukarıda anlatılan yöntemle departmanlara göre ergonomik değişkenlerin aritmetik ortalama değerleri MATLAB Fuzzy Toolbox'a girilmiş (Şekil 10), böylece "centorid" yöntemi yardımıyla her departman için 0-100 aralığında net bir değer elde edilmiştir.

Bu değerler tablo haline dönüştürüldüğünde, Tablo 6 elde edilmiştir. Bu sonuçların en düşükten en yükseğe doğru sıralanması ile fiziksel koşullarda iyileştirme çalışmalarının hangi departmanda başlaması ve hangi sırada devam edilmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Tablo 6'de görüldüğü üzere işletme fiziksel koşulların düzenlenmesi için başlangıç olarak en düşük puan alan 1 numaralı dikimhane departmanı seçilmiştir. Daha sonra onu 2 numaralı dikimhane ve paketleme takip etmektedir.

Tablo 6 genel bir değerlendirme için ele alındığında, işletme departmanlarının almış olduğu puanların en yüksek, mükemmel olarak kabul edilecek değerlendirme puanı olan 100 puanın çok altında kaldığı görülmektedir. Genel olarak işletmenin fiziksel koşullarının uygun olduğunu söylemek mümkün değildir.

Günümüz ekonomik koşulları konfeksiyon işletmelerini çoğunlukla üretim ve üretim üzerine yapılacak araştırmageliştirme faaliyetlerine odaklamaktadır. Bu durum, çalışanların sağlığını ya da fiziksel koşulların ikinci plana atılmasına neden olmakta, öte yandan personel devri nedeniyle üretimde karşılaşılan aksaklıkların sebebini araştırmak adına ciddi incelemeler yapılmamaktadır. Oysa sağlıklı bir üretim için ön koşul şüphesiz ki sağlıklı çalışanlardır. Çalışanların sağlığını korumak ve devamlılığını sağlamak ergonominin en önemli hedefidir. Konfeksiyon işletmelerinde fiziksel koşullar departmanlara göre farklılık göstermekte, hangi departmanın öncelikli olarak düzenlemeye ihtiyaç duyduğunu belirlemek oldukça güçtür. Sosyal sorumluluk standartlarının zorlaması ile düzenlemeler yapılmaktadır (32).

Günümüzde bulanık mantık kullanılarak yapılan birçok uygulama mevcuttur. Bunların çoğunu karar verme ve seçim yapma konuları oluşturmaktadır. Bu çalışma ile bir konfeksiyon işletmesinde fiziksel koşulların ölçümü yapılmış, ve o işletmeye ait departmanların durumu elde edilen veriler kullanılarak, sözel olarak bulanık mantık yardımıyla değerlendirilmiştir. Çalışmanın farklı işletmelerde gerçekleştirilmesi durumunda sözel değişkenlerin uygulama yapılacak işletmenin koşullarına göre farklılık göstereceği dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Su, A. B., 2001, *Çalışma Ortamı Faktörleri*, Atılım Üniv. Yayınları, Ankara
2. MPM-REFA, *İş Etüdünün Temelleri*, MPM Yayınları, No:544, s.96
3. Güner, M., *Tekstil ve Konfeksiyonda İş Etüdü*, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, No:11, s. 9
4. Gavhed D., Toomingas A., 2007, Observed physical working conditions in a sample of call centres in Sweden and their relations to directives, recommendations and operators' comfort and symptoms, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 37, pp.790-800

-
5. Sümer S.K., Say S.M., Ege F., Sabancı A., 2006, "Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab", *Applied Ergonomics*, Vol. 37, pp. 749-756
 6. Uzunçarşılı, Ü., Dal, V., 2003, İstanbul'da Faaliyet Gösteren Hazır Giyim Firmalarının Çalışma Ortamlarının Ergonomi Kriterlerine Göre İncelenmesi, 9. *Ergonomi Kongresi*, Denizli
 7. Aydın S., Arga M., Ağaç S., 2001, Hazır Giyim İşletmelerinde Çalışma Yerlerinin Ergonomik Açından Uygunluğunun İşçiler Tarafından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma, 8. *Ulusal Ergonomi Kongresi*, s. 77-85
 8. Yüceer H., Nadaroğlu V., 2001, Motivasyon Konusunda Oluşturulan Yaklaşımlar ve Hazır Giyim İşletmelerinde Motivasyon Araştırmaya Yönelik Kullanılan Faktörler, 8. *Ulusal Ergonomi Kongresi*, s. 222-228
 9. Erdinç O., Vayvay Ö., 2005, Üretimde Ergonomi Yoluyla Kalite İyileştirme (Eyki) Metodolojisi: Teorik Altyapı ve Kavramsal Model, 11. *Ulusal Ergonomi Kongresi* s. 91-98,
 10. Güner M., 2008, Determination of Lighting Conditions in Apparel Mills, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 18 (1), s.56-61.
 11. Atlas İ. H., 1999, Bulanık mantık: Bulanıklık kavramı, *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, Temmuz, Sayı 62, S 80-85
 12. Espinosa J., Vandewalle J. & Wertz V., 2005, *Fuzzy Logic; Identification and Predictive Control*, Springer-Verlag London Limited
 13. Harris J., 2006, *Fuzzy Logic Applications in Engineering Science*, Springer, The Netherlands
 14. Jang S. R., Gulley N., 1995, *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*, The MathWorks, Inc.
 15. McNeill F. M., Thro E., 1994, *FuzzyLogic:A Practical Approach*, Academic Press, Inc.
 16. Nasibov E.N., 2007, A problem of task allocation with fuzzy information and two-stage solution algorithm, *Automatic Control and Computer Sciences*, Vol. 41, No.4, pp.196-202
 17. Ölçer A.I., Odabaşı A.,Y., 2005, A New Fuzzy Multiple Attributive Group Decision Making Methodology and Its Application to Propulsion/Manoeuvring System Selection Problem, *European Journal of Operational Research*, Vol. 166, 93-114
 18. Pedrycz W., Gomide F., 1998, *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design*, Massachusetts Institute of Technology
 19. Shih H-S., Shyr H-J., Lee E. S., 2007, An Extension of TOPSIS for Group Decision Making, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 45, 801-813
 20. Siler W., Buckley J. J., *Fuzzy Expert Systems and Fuzzy Reasoning*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
 21. Sivanandam S.N., Deepa S. N., Sumathi S., 2007, *Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
 22. Nasibov E.N., 2003, Aggregation of Fuzzy Values in Linear Programming Problems, *Automatic Control and Computer Sciences*, Vol. 37, No.2, pp.1-11
 23. Çeven E., K., Özdemir Ö., 2007, Using Fuzzy Logic to Evaluate and Predict Chenille Yarn's Shrinkage Behaviour, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, July / September, Vol. 15, No. 3 (62)
 24. Mok P.Y., Kwong C.K., Wong W.K., 2007, Optimization of Fault-Tolerant Fabric-Cutting Schedules Using Genetic Algorithms and Fuzzy Set Theory, *European Journal of Operational Research*, Vol. 177, 1876-1893.
 25. Aluclu I., Dalgic A., Toprak Z.F., 2008, "A Fuzzy Logic-based Model for Noise Control at Industrial Workplaces", *Applied Ergonomics* , Vol. 39, pp.368-378
 26. Güner M., İllez A., *Konfeksiyon İşletmelerindeki Çalışma Koşullarının Tespiti ve Değerlendirilmesi*, Proje No: 05 MÜH 010, Kasım 2007
 27. Serra M.R., Biassoni E.C., Skarp A. H.O., Serra M., Joekes S., 2007, Sound Immission During Leisure Activities and Auditory Behaviour, *Applied Acoustics*, Vol. 68, pp.403-420
 28. Uluslararası Çalışma Örgütü, 1997, *İş Etüdü*, Dördüncü Düzeltilmiş Basım, Mili Prodüktivite Merkezi Yayınları:29, Ankara
 29. Gürültü Kontrol Yönetmeliği, 11 Aralık 1986, *Resmi Gazete*, 19308, s. 8-26
 30. Erkan N, 1997, *Ergonomi*, MPM Yayınları Yayın No: 373, Ankara
 31. Ross T. J., *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, McGraw-Hill Inc, 1995, ss 136
 32. Güner M., İllez A. A., Konfeksiyon Sektöründe Sosyal Sorumluluk Standartları, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2003/3:158-160

Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.
