



Ham Deri Yükleme Ekipmanlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından AHP ve MAUT Yöntemleri ile Belirlenmesi

Determination of Raw Leather Loading Equipment in terms of Occupational Health and Safety by AHP and MAUT Methods

Güfte Caner Akın¹ , Tufan Öztürk² 

¹*İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu, Mülkiyeti Koruma ve Güvenlik Bölümü, 34310 İstanbul, TÜRKİYE*

²*İstanbul Esenyurt Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü, 34513 İstanbul, TÜRKİYE*

Başyuru/Received: 14/07/2021

Kabul / Accepted: 14/10/2021

Çevrimiçi Basım / Published Online: 31/01/2022

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2022

Öz

Deri sektörü ekonomik bakımdan dünyada ve ülkemizde her geçen gün önemini artırırken, bir diğer taraftan ham derinin işlenmesinde kullanılan aşamalardan kaynaklı ciddi sağlık ve güvenlik problemleri ortaya çıkmaktadır. Ham derilerin tabakalama amacıyla ıslatma dolaplarına taşınması işlemi de bu aşamalardan biridir. Ham derinin taşınma işleminde bant, kazan ve iskele sistemleri kullanılmaktadır. Kullanılan bu sistemlerin her biri birbirinden farklı risk skoru, gerekli kişisel koruyucu donanım (KKD) maliyeti, sistem kurulum maliyeti, ekipman kullanım ömrü, deri yükleme süresi, yıllık tahmini periyodik kontrol ve bakım maliyeti ile ilave eğitim gerekliliği kriterlerini içermektedir. Bu çalışmada ham derinin yüklenmesinde kullanılan üç farklı sistem karşılaştırılmış ve kriterler bakımından sektöre en fazla toplam fayda sağlayacak yükleme sistemi belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikli olarak kriterler Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process, AHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve sonrasında Çok Nitelikli Fayda Teorisi (Multi-Attribute Utility Theory, MAUT) yöntemi ile sıralanmıştır. Sektöre en fazla toplam fayda sağlayacak yükleme sisteminin kazan, en düşük fayda sağlayacak yükleme sisteminin ise iskele olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada iş sağlığı ve güvenliği (İSG) bakımından ham deri yüklemesine özgü ekipman seçimine öneride bulunarak literatüre bir yenilik kazandırılmıştır. Sonuçlar İSG bakımından değerlendirilerek sektöre tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

“İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri, İstatistiksel Analiz ve Uygulamalar”

Abstract

While the leather sector is increasing its importance every day in the world and our country in economic terms, on the other hand, serious health and safety problems are arising due to the stages in the processing of rawhide. The process of transporting rawhides to wetting cabinets for tanning is one of these stages. Belt, kier and scaffold systems are used in the transportation of rawhides. Each of these systems used includes the following: risk scores that are different from each other, cost of the necessary personal protective equipment (PPE), cost of system setup, expected life of the equipment, the loading time of the hide, cost of annual periodic control and maintenance (forecast), additional training requirement criteria. In this study, three different systems used in the loading of rawhide were compared. As a result of this comparison, it was aimed to determine which loading system would provide the highest total benefit to the sector based on the criteria. First of all, the criteria were weighted using the Analytical Hierarchy Process (AHP) technique. They were then ranked using the Multi-Attribute Utility Theory (MAUT). It was concluded that the loading system that will provide the highest total benefit to the sector is the kier and the loading system that will provide the lowest total benefit is the scaffold. In this study, an innovation has been brought to the literature by suggesting the selection of equipment specific to raw hide loading in terms of occupational health and safety. The results were evaluated in terms of occupational health and safety and recommendations were made to the industry.

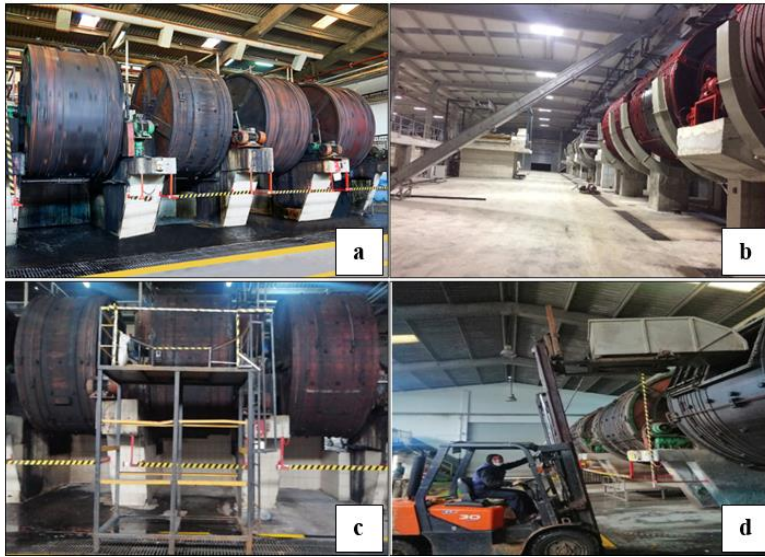
Key Words

“Occupational Health and Safety, Labour Economy and Industrial Relations, Statistical Analysis and Applications”

1. Giriş

Geçmişten günümüze tekstil sektörünün vazgeçilmez bir ürünü olan deri, teknolojinin de gelişmesi ile birlikte giyim materyali, mobilya, ayakkabı, çanta, toka, kemer, cüzdan gibi ürünlerin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Jabrailov, 2006). Deri, küresel olarak 100 milyar dolarlık tahmini ticaret değeriyle en fazla satışı yapılan ürünler arasında yer almaktadır. Gelecekte deri ve deri ürünlerine olan talebin arzdan daha fazla olacağı da tahmin edilmektedir (Oruko, vd., 2020). 1970'li yıllardan itibaren Türk ve dünya ekonomisinde önemli bir yer tutan ve sürekli gelişim gösteren deri sektörü; yurtiçindeki ham deri kaynaklarının yanında ithal edilen ham deriyi de kullanarak yüksek oranda ihracat gerçekleştirmektedir (Genç vd., 2010). Bununla beraber, sektörde temel girdi olarak kullanılan ham derinin ülkemizde üretiminin yeterli ve standart bir sisteme dayanmadığı bilinmektedir. Bu nedenle de ham deriye duyulan ihtiyacı büyük bir kısmı ithalat yöntemi ile sağlanmaktadır. Sektörün geri kalan ham deri ihtiyacı ise yerli kesimhanelerden veya bireysel kesim yapan esnaftan karşılanmaktadır (Kaynak, 2016). Bu yöntemlerle elde edilen ham deri, İstanbul-Tuzla, Tekirdağ-Çorlu, Balıkesir-Gönen, Bolu-Gerede, İzmir-Menemen, Manisa-Kula, Balıkesir, Denizli, Ankara, Gaziantep, Hatay, Konya, Kayseri, Muğla, Uşak, Adana, Bursa, Antalya, Isparta'da yoğunlaşmış şekilde kurulmuş deri işleme imalathanelerinde işlenmektedir. Ülkemizdeki deri ve deri mamulleri imalatı sektöründe büyüklü küçüklü 6.544 firmanın faaliyet yürüttüğü bilinmektedir. Sektör, yıllık ortalama 65257 çalışan sayısı ile ülkedeki toplam istihdamın %4,6 'lık oranını oluşturarak önemli bir istihdam kaynağı sağlamaktadır (SGK, 2019). 2019 yılında sektörün gerçekleştirmiş olduğu ihracat seviyesi ise 1,63 milyar dolar seviyesindedir (T.C. Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, 2020).

Sektörünün en temel girdisi olan hammadde, hayvanın sırtından yüzülmüş olan ham deridir. Ham derinin hayvandan yüzümünden sonraki kısa süre içerisinde işlenmesi gerekmektedir. Deri işlenmez ise aşırı bakteri oluşumu sebebiyle derideki lifler özelliğini kaybetmekte ve kullanılmaz hale gelmektedir. Ham deri işlenirken ön tabakalama, tabakalama ve finisaj gibi bir takım süreçlerden geçmektedir (Saravanabhavan, vd., 2004; Öry, vd., 1997; Black, vd., 2013) Tabakalama işlemi deriye yumuşaklık, güç ve suya dayanıklılık kazandırılan önemli bir aşamadır (Ramamurthy, vd., 2014). Tabakalama sürecinde, ham derinin üzerinde bakteri üretimi oluşmadan krom, solvent vb. tehlikeli kimyasal maddeler içerisinde ıslatılması gerekmektedir. Bu ıslatma işlemi ve sonrasındaki kireçleme işlemleri havuzlarda, dolaplarda veya pervaneli teknelerde gerçekleştirilmektedir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011). Özellikle sektörde de daha fazla kullanılan sığır derilerinin yapısından dolayı bu işlemlerde dolap ekipmanı tercih edilmektedir (T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İSG Genel Müdürlüğü). ıslatma, kireçlik işlemlerinde kullanılan Şekil 1' de gösterilen bu dolaplar; yaklaşık olarak 2-3 metre çap ve eninde, dakikada 3 ila 5 tur devir yapacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 1. (a) Islatma ve Kireçlik Dolapları; (b) Bant Sistemi; (c) İskele Sistemi; (d) Kazan Sistemi (Karaca Deri Sanayi, 2020)

Deri sektöründe ham derinin ıslatma ve kireçleme işlemi için dolaplara (yaklaşık 10 tonluk mal alan dolaplar) yüklenmesi aşamasında

- Bant sistemi
- İskele sistemi
- Kazan sistemi kullanılabilir.

Deri sektörünün ekonomiye önemli katkılarına rağmen derinin üretiminde kullanılan işlemlerden kaynaklı çevre, halk sağlığı ve çalışan sağlığı üzerine olumsuz etkileri de ortaya çıkmaktadır (Oruko, vd., 2020). Ülkemizde deri sektöründe 2019 yılı SGK iş kazası verileri incelendiğinde 1039 çalışanın iş kazası geçirdiği ve bu sayının da diğer tüm sektörler içinde %2,45'lik orana denk geldiği görülmüştür.

Aynı sektörde 4 çalışanın da meslek hastalığına yakalandığı ve bunun da diğer tüm sektörler içinde %3,67' lik bir orana denk geldiği belirlenmiştir (SGK, 2019).

Dünyada ve ülkemizde deri sektöründeki üretim yöntemlerinin sağlık ve güvenlik üzerine etkilerini konu alan çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda: Bangladeş'teki deri tabakhane işçilerinin istihdam türü olan ıslak terbiye, kuru terbiye ve çeşitli işleri içeren çalışma ve istihdam süresinin sağlık durumları üzerindeki etkilerin incelendiği çalışmada, işçilerin solunum ve cilt hastalıklarından müzdarip oldukları sonucuna ulaşılmıştır (Rabbani, vd., 2020). Tabakhane işçileri üzerinde yapılan bir başka çalışmada, krom ve deri tozunun akciğer fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkilerine vurgu yapılmıştır (Chandrasekaran, vd., 2014). Genel sağlık anketi-12 (General Health Questionnaire, GHQ-12) kullanılarak 2015 ilk yarısında 286 erkek tabakhane işçisinden veriler toplanarak yapılan bir başka çalışmada; tabakhane işçilerinin ciddi zihinsel bozukluklara sahip olduğu ve bu durumu da çalışanların yaş, eğitim, çalışma şekli ve ergonomik koşulların belirlediği sonucu vurgulanmıştır (Singh ve Kashyap, 2016). Pakistan Karachi şehrinde çalışan tabakhane çalışanları üzerinde yapılan araştırmada, çalışanlarda genel olarak nefes darlığı, göğüs sıkışması, aşırı öksürük ve bunlara bağlı uyku bozukluklarının görüldüğü ortaya konmuştur (Jamal, vd., 2017). 8 adet tabakhane görev yapan 120 çalışan üzerinde yapılan bir anket çalışmasında, bu işyerlerinin yaklaşık %75 inde bir İSG yönetim sistemi olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışanların büyük çoğunluğunun koruyucu ekipman kullanmadığı ve İSG farkındalıklarının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber çalışanların ergonomik, kimyasal, biyolojik, psikososyal risklere maruz kaldığı vurgulanmıştır (Bayleyegn, 2019). Hindistan'daki erkek tabakhane işçilerinde GHQ-12 anketinin güvenilirliğinin, geçerliliğinin ve faktör yapısının incelendiği çalışmada, ham derilerin yüklenmesi ve boşaltılması, taşınması, kaldırılması gibi işlemlerin tehlikesine dikkat çekilmiş ve bu koşullarda çalışmanın ruh sağlığı bozukluğunu artırdığı vurgulanmıştır (Kashyap ve Singh, 2007). Sahra altı Afrika'da krom tabakalama işlemlerinin irdelendiği ve alternatiflerinin araştırıldığı çalışmada, kromun çalışan ve çevreye zararlı sonuçları vurgulanmıştır. Çalışmada, işlenmiş derinin yüksek kalitesi için, deri uzmanlarının modern yöntemlerden ziyade geleneksel yöntemlerle derinin işlenmesi gerektiğini belirttikleri de vurgulanmıştır (Oruko, vd., 2020). Gelecekte deri sektöründe kullanılacak modern yöntemlerin yanında kaliteli deri üretimi için geleneksel üretim yöntemlerinin de devam edeceği anlaşılmaktadır. Bu nedenle geleneksel yöntemlerin kullanıldığı işletmelerin İSG bakımından ihtiyacının gelecekte de devam edeceği değerlendirilmektedir. Hindistan'da tabakhane çalışanlarına yapılan bir anket araştırmasında, işçilerde solunum bozuklukları, deri ve bel ağrısı şikayetlerinin sık meydana geldiği belirlenmiştir (Öry, vd., 1997). İstanbul, Tuzla Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan 23 deri fabrikasında çalışan 730 işçinin klinik muayenesinin yapıldığı çalışmada, çalışanların genel solunum problemleri yaşadıkları tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, tabakhane çalışan işçilerin, biyolojik, fiziksel ve kimyasal tehlikeler ile iş kazalarından etkilendikleri vurgulanmıştır (İşsever, vd., 2007). Tabakhane çalışanları arasında, ıslak zeminde kayıp düşme ve kesim esnasında yaralanma gibi iş kazaları yaygın şekilde meydana gelmektedir. Bununla beraber deri işlemede kullanılan dönerli tamburlar, silindirler ve kesici bıçaklardan kaynaklı yaralamalar da sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Derilerin manuel yöntemlerle kaldırılması ve makinalardan kaynaklı gürültü de çalışanı olumsuz etkileyen durumlar arasındadır (İşsever, vd., 2007). Güneydoğu Etiyopya, Mojo kasabasındaki tabakhane işçilerinin solunum semptomları ile mesleki risk faktörleri arasındaki ilişkinin belirlenmeye çalışıldığı araştırmada, tabakhane aktif çalışanlar ile 12 aydır bu ortamdan uzak kalmış çalışanlar karşılaştırılmıştır. Söz konusu araştırmada tabakhane çalışma durumunun ciddi oranda solunum kalitesini düşürdüğü bulgusuna ulaşılmıştır. Bu sonuçların ortaya çıkmasında da İSG eğitiminin, uygun havalandırma sisteminin ve uygun kişisel koruyucu donanımın yetersiz oluşu önemli sebepler olarak gösterilmiştir (Dalju, vd., 2019).

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde tabakhane çalışanlarının genel olarak solunum, deri, psikolojik, bel ve eklem problemleri yaşadıkları görülmektedir. Bu problemlerin oluşmasında, kullanılan kimyasalların özelliklerinin, malzeme taşıma yöntem ve araç gereçlerinin, yöntemin ıslak veya kuru olma durumunun, personelin aldığı eğitimin niteliğinin, kişisel koruyucu donanım kullanma durumunun etkili olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca meydana gelen bu iş kazaları ve meslek hastalıklarının bir bölümünün doğru yöntemin seçilememiş olmasından kaynaklı olabileceği, gerek sektör yetkilileri gerekse konu uzmanlarının görüşleri arasındadır (Caner Akın ve Oral, 2020). Bu nedenle yapılacak bilimsel araştırmalarla prosesin yapısına uygun yöntemin belirlenmesi ile ortaya çıkabilecek olası iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenileceği değerlendirilmektedir. Bu çalışmayla, derinin taşınması ve dolaplara yüklenmesinde kullanılan üç farklı yöntemin, yedi kriter bakımından ağırlıklandırılması ve optimum yöntemin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan literatür çalışmasında, sistem içinde mutlaka kullanılması gereken bu üç yöntemden hangisinin İSG risk skoru, KKD gerekliliği, sistem kurulum maliyeti, ekipman kullanım ömrü, deri yükleme süresi, periyodik kontrol ve bakım maliyeti, ilave eğitim gerekliliği bakımından optimum olduğunun belirlendiği bir çalışmaya rast gelinmemiştir. Çalışmanın bu özelliği ile de literatüre yenilik katacağı ve doğru yöntemin seçilmesindeki işletmelerin karar sürecini destekleyeceği değerlendirilmektedir.

2. Metot ve Yöntem

Ham derinin işlenmesinde önemli bir yer tutan ve dolaplara deri yükleme işleminde kullanılan 3 farklı alternatifte ait kriterler, AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Her bir karar alternatifini, karar vericinin kriterlerini yakalama derecesine göre sıralayan AHP yönteminin bu çalışmada seçilmesinin nedenleri;

- Kalitatif ve kantitatif veri türüne uygun olması,
- Hesaplamalarda ek bir yazılım programına ihtiyaç duyulmaması,
- Yöntemin farklı bilgi, tecrübe ve eğitim sahibi bireylerin kararlarını birleştirerek tek bir sonuca ulaştırılabilir olması,

olarak gösterilebilir (Caner Akın vd., 2020; Caner Akın 2020).

Ağırlıklandırılan kriterler sonucu, MAUT yöntemi ile alternatifler faydalı alternatiften faydasız alternatife doğru sıralanmıştır. Birden fazla ölçütlü ve birbiri ile çelişen kriterlerin sıralanmasındaki problemlere uygunluğu nedeniyle sıralamada MAUT yöntemi tercih edilmiştir (Zionts, 1979).

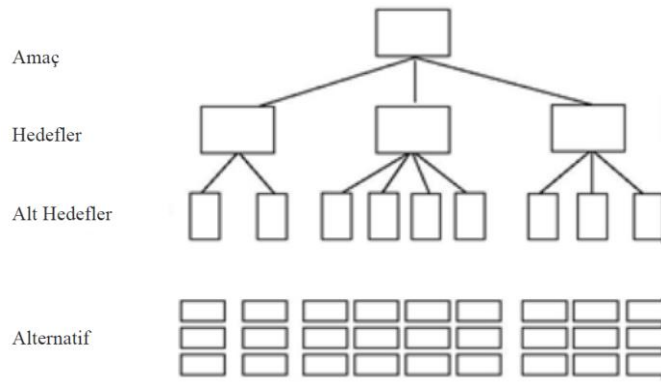
2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

AHP yöntemi Churchman ve Ackoff (1954) tarafından uygulanmış basit ağırlıklı toplamlar (Simple Weighted Sum) yönteminden sonra en fazla kullanılan yöntem olmuştur. AHP yöntemi, ilk kez Myers ve Alpert (1968) tarafından ortaya atılmış ve sonrasında Saaty (1980) tarafından geliştirilmiştir. Saaty (1980)'in geliştirdiği 1 ve 9 arasındaki ölçek, günümüzde kullanılan AHP yönteminin temeli olmuştur. AHP yönteminin basit ağırlıklar toplamı yöntemine göre en önemli üstünlüğü, nicel ve nitel düşüncelerin, karar alma sürecinde kullanılmasına imkan vermesidir (Eroğlu ve Lorcu, 2007).

AHP yöntemi dört ana aşamadan oluşmaktadır (Zahedi, 1986).

2.1.1. Probleme ait hiyerarşik bir yapı oluşturulması

Bu aşamada, araştırmanın alternatifleri ve kriterleri belirlenmektedir. Belirlenen kriterlerin her birine, konunun uzman görüşü veya literatürdeki sonuçlar doğrultusunda ağırlıklar tanınlanmaktadır. Kriterler ve alt kriterler Şekil 2'de gösterildiği biçimde hiyerarşik bir sistemle düzenlenerek, karar alma süreci kolaylaştırılmaktadır (Eroğlu ve Lorcu, 2007).



Şekil 2. AHP'nin Hiyerarşik Yapısı (Sarul ve Eren, 2016)

2.1.2. İkili karşılaştırma matrisinin elde edilmesi

Bu aşamada, her bir kriter diğer kriterlerle ayrı ayrı karşılaştırılarak eşit önemde, az önemli, oldukça önemli, çok önemli ve son derece önemli şeklinde ölçeklendirilmektedir.

Kriterlerin karşılaştırılmasında kullanılan önem skalası Çizelge 1'de gösterilmiştir. Bu karşılaştırmalar sonucunda konu bakımından ölçeklerin önem dereceleri belirlenmektedir (Saaty, 1980).

Tablo 1. Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri (1-9 Önem Skalası) (Senger ve Karadağ Albayrak, 2016)

Önem Derecesi	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler
	Reciprocal	Tersi karşılaştırmalar için

2.1.3. Kriter ağırlıklarının tutarlılığının hesaplanması

Kriterlere önem derecesi atayan araştırmacının tutarlılığının ölçülmesi amacıyla karşılaştırma matrisine ait tutarlılık (CR) değeri hesaplanmaktadır (Hafeez, vd., 2007). Tutarlılık değerinin 0,10'dan küçük hesaplanması durumunda, araştırmacının tutarlı şekilde önem derecesi ataması yaptığı sonucuna varılmaktadır. Bu değer 0,10'dan büyük hesaplanması durumunda ise yapılan önem derecesi atama işleminin yenilenmesi gerekmektedir.

Tablo 2. Tutarlılık İndeks Değerleri (Sarul ve Eren, 2016)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,56	1,59

2.1.4. Nihai öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi

Elde edilen karşılaştırma matrisi aracılığı ile optimum alternatif belirlenmektedir (Hafeez, vd., 2007). AHP yönteminin son aşamasında her bir alternatif puanlandırılarak bir öncelik vektörü elde edilmektedir. Bunun için; ikili karşılaştırma matrisin, her bir sütununun toplamı hesaplanıp, her bir matris elemanı toplam değere bölünmektedir. Böylece öncelik vektörlerinin tamamı kullanılarak bir karma öncelik vektörü elde edilir. Bu karma öncelik vektörü kullanılarak uygun alternatifin seçimi yapılmaktadır (Zahedi, 1986).

2.2. Çok Nitelikli Fayda Teorisi (MAUT)

MAUT yöntemi ilk kez Fisburn (1967) ve Keeney (1974) tarafından kullanılmıştır. Bu yöntem Loken tarafından 2007 yılında geliştirilmiştir. Bu yöntemin kullanımı son dönemde oldukça çoğalmıştır (Ömürbek, vd., 2016). Birçok sorunun çözümünde ve alternatif seçiminde kullanılan bu yöntem, acil durum yöneticileri tarafından da bazı karar alma süreçlerinde kullanılmıştır (Konuskan ve Uygun, 2014). MAUT yöntemi kriterler verilerinin, 0 ila 1 arasında orantılı olarak ifade edilip tekrar sıralanması olarak düşünülebilir. Bu yöntemde, hem nicel hem de nitel kriterler dikkate alınarak, alternatif seçimi yapılabilmektedir. Bu yöntemle sıralanacak kriterlerin maksimum veya minimum olma durumlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla, toplam faydayı destekleyecek kriterin maksimum düzeyde tutulması, toplam faydayı azaltıcı etki gösteren kriterlerin de minimum düzeyde tutulması gerekmektedir.

Bu yöntemde fayda, kriterleri karşılaştırmak ve / veya birleştirmek amacıyla bir fonksiyon şeklinde oluşturulmaktadır. Tek bir kriter (x) göre, fayda u (x) şeklinde gösterilmektedir (Keeney, vd., 1993). İstenen, aşağıda gösterilen toplam faydayı eden U_i değerinin maksimum olma durumudur.

$$U_i = \sum_{j=1}^m w_j u_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

U_i = Her bir alternatife ait toplam fayda değeri

u_{ij} = Her bir alternatifin fayda değeri

w_j = AHP yöntemi ile hesaplanan ağırlık

m = Kriter sayısı

n = Alternatif sayısı

Bu yöntem aşağıdaki temel adımlardan oluşmaktadır.

- Adım 1: Karar matrisi oluşturulur.
- Adım 2: AHP temelli olarak elde edilen ağırlıklar kullanılır.

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

- Adım 3: Her bir fayda değeri $u_i(x_i)$ maksimum ya da minimum olma şartına bağlı olarak normalize edilmektedir.

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (\text{Maksimize edilmesi için}) \quad (3)$$

$$u_i(x_i) = \frac{x_i^+ - x}{x_i^+ - x_i^-} \quad (\text{Minimize edilmesi için}) \quad (4)$$

x_i^+ = ilgili sütundaki maksimum değer ; x_i^- = ilgili sütundaki minimum değer

- Adım 4: Toplam fayda hesaplanır.

$$U_i = \sum_{j=1}^m w_j u_{ij} \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n \quad , \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

- Adım 5: Alternatif yöntemler toplam fayda puanı fazla olandan az olana doğru sıralanır.

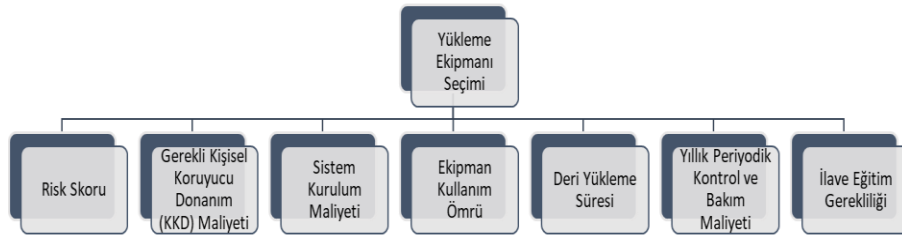
3. Uygulama

3.1. AHP Yöntemi İle Kriterlerin Ağırlıklandırılması

3.1.1. AHP hiyerarşisinin oluşturulması

İlk adımda alternatiflerin seçiminde kullanılacak 7 adet kriter çalışmanın sınırlarında belirtilen fabrikanın işvereni ve bu işletmede çalışan İSG uzmanı tarafından belirlenmiştir. Kriterler aşağıda sıralanmış ve Şekil 3’de sunulan AHP hiyerarşisi oluşturulmuştur.

- Risk Skoru (5x5 Matris Yöntemine göre)
- Gerekli KKD Maliyeti
- Sistem Kurulum Maliyeti
- Ekipman Kullanım Ömrü
- 10 tonluk Deri Yükleme Süresi
- Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti
- İlave Eğitim Gerekliliği



Şekil 3. AHP Hiyerarşisi

3.1.2. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Tablo 1’de gösterilen 1-9 önem dereceleri dikkate alınarak tüm kriterler derecelendirilmiştir. Derecelendirme işlemi bir kriterin diğer kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir. Oluşturulan karşılaştırma matrisi Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

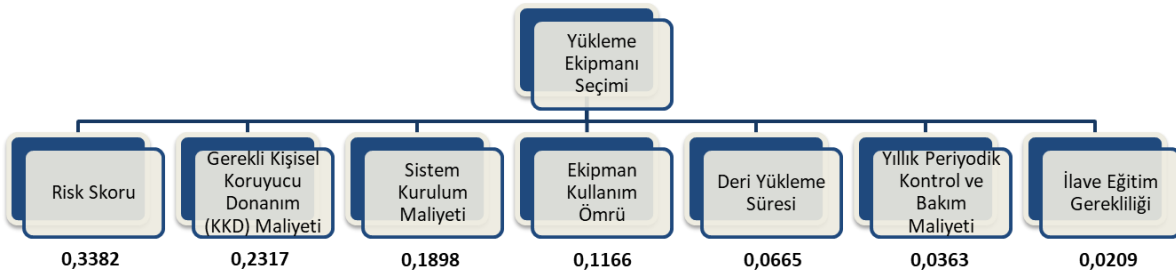
Karşılaştırma Tablosu	Risk Skoru (OxŞ)	KKD Gerekliliği (TL)	Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)
Risk Skoru (OxŞ)	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	9,00
KKD Gerekliliği (TL)	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	6,00	7,00
Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	0,33	0,50	1,00	3,00	5,00	7,00	7,00
Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	0,25	0,33	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	0,14	0,17	0,14	0,20	0,20	1,00	3,00
İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)	0,11	0,14	0,14	0,14	0,11	0,14	1,00
Toplam	2,54	4,34	6,82	11,68	19,31	29,14	39,00

Karşılaştırma matrislerindeki her bir sütun toplamı, 1'e eşitlenmiş ve sonrasında her bir hücredeki elemana oran oranı yöntemiyle yeni bir değer atanarak karşılaştırma matrisi normalize edilmiştir. Normalize edilen matrisin her bir satıra ait ortalama değeri ile de öncelik vektörü elde edilmiştir. Bu yöntemle oluşturulan Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kriterler İçin Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü

Karşılaştırma Tablosu	Risk Skoru (OxŞ)	KKD Gerekliliği (TL)	Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)
Risk Skoru (OxŞ)	0,48	0,52	0,47	0,36	0,28	0,28	0,30
KKD Gerekliliği (TL)	0,24	0,26	0,32	0,27	0,28	0,24	0,23
Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	0,16	0,13	0,16	0,27	0,28	0,28	0,23
Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	0,12	0,09	0,05	0,09	0,17	0,20	0,23
10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	0,10	0,05	0,03	0,03	0,06	0,12	0,17
Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,04	0,10
İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03

Bu işlem sonrasında, Tablo 4'de belirtilen AHP hiyerarşisindeki her bir kriterin ağırlıkları (w_i), satır haline dönüştürülmüş (w_j) ve Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Ağırlandırılmış AHP Hiyerarşisi

3.1.3. Verilerin doğruluğu - validasyon

Kriterlerin karşılaştırma işlemini yapan araştırmacının tutarlılığını gösteren karşılaştırma matrisinin tutarlılık (CR) değerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Tablo 4'de belirtilen öncelik vektörleri hesaplandıktan sonra elde edilen vektör değerleri, Tablo 3'de gösterilen başlangıç adımındaki karşılaştırma matrisi ile çarpılarak tüm öncelikler matrisi (d_i) oluşturulmuştur.

Elde edilen d_i değerleri öncelik vektörlerine (w_i) bölünerek her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değerler (E_i) aşağıdaki Denklem 6 kullanılarak elde edilmiştir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Temel değerlerin aritmetik ortalaması alınarak karşılaştırmaya ilişkin temel değer olan, diğer bir tanımlamayla bir kare matrisin özdeğerleri arasındaki en büyük değeri ifade eden λ hesaplanmıştır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (7)$$

λ hesaplandıktan sonra tutarlılık göstergesi (CI) Denklem 8'den yararlanarak bulunmuştur.

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} \quad (8)$$

Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması için, elde edilen CI tutarlılık göstergesi değeri Denklem 9 kullanılarak Tablo 2'deki tutarlılık indeks değerine (RI) bölünmüştür.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (9)$$

Tutarlılık hesaplamalarına ait sonuçlar Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Tutarlılık Sonuçları

d_i	E_i	λ	CI	CR
2,6123	7,7252			
1,8270	7,8855			
1,5013	7,9096			
0,8691	7,4532	7,4291	0,0715	0,0542
0,4707	7,0760			
0,2496	6,8704			
0,1479	7,0834			

Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için en büyük özdeğerin (λ) matris boyuna (n) eşit olması gerekir (Uzun ve Kazan, 2016). CR tutarlılık oranının 0,1'in altında olması güvenilir ve gerçekçi sonuca ulaşıldığının göstergesidir (Önder ve Önder, 2015).

3.2. MAUT Yöntemi ile Alternatiflerin Toplam Fayda Bakımından Sıralanması

Alternatifler fayda bakımından sıralanırken; “ekipman kullanım ömrü” kriterinin maksimum; “risk skoru”, “gerekli kişisel koruyucu donanım maliyeti”, “sistem kurulum maliyeti”, “10 tonluk deri yükleme süresi”, “yıllık tahmini periyodik kontrol ve bakım maliyeti”, “ilave eğitim gerekliliği” kriterlerinin ise minimum düzeyde tutulması amaçlanmıştır.

Bu aşamada ilk olarak üç farklı yönteme ait tüm kriter değerleri belirlenerek Tablo 6' da verilen karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 6. Karar Matrisi

Sıra Nu.	Taşıma ve Yükleme Sistemi	Yöntemin Seçilmesinde Etkili Kriterler						
		Risk Skoru (OxŞ)	KKD Gerekliliği (TL)	Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)
1	Bant Sistemi	12,0000	130,0000	70000,0000	96,0000	120,0000	600,0000	0,0000
2	İskele Sistemi	20,0000	1000,0000	10000,0000	84,0000	120,0000	500,0000	1600,0000
3	Kazan Sistemi	6,0000	200,0000	5000,0000	84,0000	40,0000	100,0000	1255,0000
Toplam		38,0000	1330,0000	85000,0000	264,0000	280,0000	1200,0000	2855,0000

Tablo 6; sektördeki firmaların risk analizi belgelerinden, İSG harcama listelerinden, ekipman kullanım, bakım ve güvenlik talimatlarından, iş emirlerinden ve bu deri sektörlerine İSG hizmeti sunan ortak sağlık güvenlik biriminden (OSGB) elde edilen veriler ile oluşturulmuştur. Karar matrisindeki veriler, Denklem (2)'de kullanılarak normalize edilmiş matris oluşturulmuş ve Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Normalize Edilmiş Matris Tablosu

Yöntemin Seçilmesinde Etkili Kriterler

Sıra Nu.	Taşıma ve Yükleme Sistemi	Yöntemin Seçilmesinde Etkili Kriterler						
		Risk Skoru (Ox\$)	KKD Gerekliliği (TL)	Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)
1	Bant Sistemi	0,3158	0,0977	0,8235	0,3636	0,4286	0,5000	0,0000
2	İskele Sistemi	0,5263	0,7519	0,1176	0,3182	0,4286	0,4167	0,5604
3	Kazan Sistemi	0,1579	0,1504	0,0588	0,3182	0,1429	0,0833	0,4396
Sütun Maksimum Değeri		0,5263	0,7519	0,8235	0,3636	0,4286	0,5000	0,5604
Sütun Minimum Değeri		0,1579	0,0977	0,0588	0,3182	0,1429	0,0833	0,0000

Tablo 7'nin her bir sütununa ait maksimum (x_i^+) ve minimum (x_i^-) değerler hesaplanarak sütun sonlarında gösterilmiştir. Tablo 7'de verilen matriste, her bir kritere ait faydanın maksimum veya minimum olma şartına göre denklem 3 veya denklem 4 kullanılarak, sütunlara ait değerler 0-1 arasında sayı değerlerine dönüştürülmüş ve u_{ij} matrisi oluşturularak Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Sütun değerlerinin maksimum ve minimum değer matrisi (u_{ij} matrisi)

Sıra Nu.	Taşıma ve Yükleme Sistemi	Yöntemin Seçilmesinde Etkili Kriterler						
		Risk Skoru (Ox\$)	KKD Gerekliliği (TL)	Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	İlave Eğitim Gerekliliği Maliyeti (TL)
1	Bant Sistemi	0,5714	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	İskele Sistemi	0,0000	0,0000	0,9231	0,0000	0,0000	0,2000	0,0000
3	Kazan Sistemi	1,0000	0,9195	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	0,2156

Tablo 8'in oluşturulmasında Ekipman Kullanım Ömrü kriterinin maksimum, diğer kriterlerin minimum olma durumlarının toplam faydayı artıracığı kabul edilmiştir. Tablo 8'de bulunan her bir değer (u_{ij}) ve AHP yöntemi ile elde edilmiş w_i değeri, Denklem 5'de kullanılarak U_i matrisi elde edilmiş ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Ağırlıklandırılmış sonuç matrisi (U_i matrisi)

Yöntemin Seçilmesinde Etkili Kriterler

Sıra Nu.	Taşıma ve Yükleme Sistemi								Toplam Fayda
		Risk Skoru (OxŞ)	KKD Gerekliliği (TL)	Sistem Kurulum Maliyeti (TL)	Ekipman Kullanım Ömrü (Ay)	10 Ton Deri Yükleme Süresi (Adam/saat)	Yıllık Tahmini Periyodik Kontrol ve Bakım Maliyeti (TL)	İlave Eğitim Gerekliliği (TL)	
1	Bant Sistemi	0,1932	0,2317	0,0000	0,1166	0,0000	0,0000	0,0209	0,5624
2	İskele Sistemi	0,0000	0,0000	0,1752	0,0000	0,0000	0,0073	0,0000	0,1825
3	Kazan Sistemi	0,3382	0,2130	0,1898	0,0000	0,0665	0,0363	0,0045	0,8484

Tablo 9’da her bir taşıma ve yükleme sistemine ait kriterlere göre fayda değerleri toplamı, son sütunda verilmiştir.

Tablo 9’un son sütunu incelendiğinde; kriterler bakımından en yüksek fayda sağlayacak yöntemin kazan sistemi, en düşük fayda sağlayacak yöntemin ise iskele sistemi olduğu görülmektedir.

4. Çalışmanın Kısıtları

Bu çalışmada; AHP yöntemine ait karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında kriterlerin 1-9 aralığında derecelendirilmesi işleminde, uzman ve işveren görüşlerine başvurulmuştur. Bu kapsamda karşılaştırma tablosunun oluşturulmasında kişi görüş ve tecrübelerinin kullanılmış olması çalışmanın bir kısıtı olarak düşünülmektedir. MAUT yöntemine ait karar matrisinin oluşturulmasında kullanılan verilerin sektördeki firmaların risk analizi belgelerinden, İSG harcama listelerinden, ekipman kullanım, bakım ve güvenlik talimatlarından, iş emirlerinden ve bu deri sektörlerine İSG hizmeti sunan ortak sağlık güvenlik biriminden (OSGB) firmasından elde edilen veriler ile oluşturulmuş olması da çalışmanın bir başka kısıtı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca çalışmanın konusu ile ilgili literatürde benzer bir çalışmanın olmaması nedeniyle elde edilen bulguların bir başka çalışma ile karşılaştırılamamış olması da çalışmanın diğer kısıtları arasındadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Deri işleme faaliyetleri ile ilgili yapılan geçmiş çalışmalarda genel olarak çalışma ortamından ve yoğun kimyasal kullanımından kaynaklı ortaya çıkabilecek iş kazası ve meslek hastalıkları ile bunları etkileyen faktörlerin değerlendirildiği görülmüştür (Oruko, vd., 2020; SGK, 2019; Öry, vd., 1997; Rabbani, vd., 2020; Chandrasekaran, vd., 2014; Singh ve Kashyap, 2016; Bayleyegn, 2019; Kashyap ve Singh, 2007; İşsever, vd., 2007; Dalju, vd., 2019). Ancak sektörde tercih edilen proses yöntemlerinden kaynaklanabilecek iş kazası ve meslek hastalıklarına yönelik bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışmada, sektördeki deri işleme süreci içinde gerçekleşen deri yükleme ve taşıma işlemlerinde kullanılan kazan, bant ve iskele sistemlerinden en faydalı olanı tespit edilmiştir. Fayda durumunun belirlenmesinde İSG risk skoru, KKD gerekliliği, sistem kurulum maliyeti, ekipman kullanım ömrü, işlem süresi, periyodik kontrol ve bakım maliyeti, ilave eğitim gerekliliği kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışma sonucunda; deri yükleme ve taşıma işlemlerinde kazan sisteminin kullanılmasının işletme açısından toplam faydayı artıracığı sonucu elde edilmiştir. Çalışanların yöntem seçimine bağlı olarak iş kazası ve meslek hastalığına yakınlıkları ile bunun sonrasında sağlık ve güvenlik bakımından etkilenme derecelerinin bir ölçüsü olan risk skoru, kazan sisteminde daha düşük düzeydedir. Yöntem olarak kazan sisteminin seçilmesinin, çalışanların sağlık ve güvenlik durumunu diğer yükleme yöntemlerine göre ciddi şekilde riske sokmayacağı değerlendirilmektedir. İş Sağlığı ve güvenliği kapsamında risklerin toplu yöntemlerle yeteri kadar azaltılamadığı durumlarda kişisel koruyucu donanım kullanılmaktadır. KKD kullanımı maddi olarak işverene bir yük getirmekte, ayrıca çalışanların faaliyetlerini rahat bir şekilde gerçekleştirmelerini önemli bir ölçüde kısıtlamaktadır. Bu üç yöntem KKD kullanımı gerekliliği bakımından incelendiğinde de kazan sisteminde KKD kullanımı gerekliliği ortalamanın çok altında olduğu görülmektedir. Aynı tonajdaki deri yükleme işlemi, diğer yükleme yöntemlerine göre kazan sisteminde daha kısa sürmektedir. Bu yöntemle yapılan işlemlerin daha kısa sürmesi, çalışanların tehlikeye maruziyet sıklığını da azaltacağı değerlendirilmiştir. İşverenler için ciddi maliyet oluşturan yıllık periyodik kontrol ve bakım giderleri kazan sisteminde diğer sistemlere göre daha düşük seviyededir. İşletme için önemli olan bu giderlerin düşüklüğü de, kazan sisteminin procesteki kullanım eğilimini artıracığı değerlendirilmiştir.

Sektörde, derilerin taşınmasında yeni bir teknoloji olan bant sisteminin daha optimum olduğu yönünde işveren görüşleri yaygındır. Ancak, bu çalışmanın sonucu ile de bant sisteminde risk skorunun kazan sistemine göre çok daha yüksek olduğu ve belirlenen kriterlere göre optimum olmadığı ortaya konmuştur. İskele sisteminin ise toplam fayda bakımından, en az faydalı sistem olduğu görülmüştür. İskele sisteminin özellikle risk skor seviyesinin oldukça yüksek olduğu ve kullanımı durumunda ciddi sonuçlu iş kazası ve meslek hastalıklarının ortaya çıkabileceği değerlendirilmektedir. Sonuç olarak sektörde, derilerin taşınması işleminde öncelikli olarak kazan sistemi kullanımının artırılması ve özellikle iskele sisteminin kullanımından kaçınılması tavsiye edilmektedir.

Yeni araştırmacılara farklı sektörlerde çalışmayı genişletmeleri, yeni kriterleri hesaplamalara dahil etmeleri tavsiye edilmektedir. Çalışmanın bilime katkı sağlaması adına farklı istatistikî metotlar ile bu çalışmanın kıyaslanması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın hazırlanmasında veri ve uzman görüşleri desteğinde bulunan Karaca Deri Sanayi Tic. Ltd. Şti. ve Yön Ortak Sağlık Güvenlik Birimi (Yön OSGB) firmasına teşekkür ederiz.

Referanslar

Bayleyegn, A. (2019). Occupational Safety Measures and Health Hazards among Tannery Workers in Bahir Dar City, Ethiopia. *Thesis and Dissertations*. Bahir Dar., Ethiopia.

Black, M., Canova, M., Rydin, S., Scalet, B. M., Roudier, S., ve Sancho, L. D. (2013). *Best available techniques (BAT) reference document for the tanning of hides and skins*. European Commission Database,46, 2013.

Caner Akın, G. (2020). *İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Yaklaşım: Tersane İşletmelerinde Uygulama* (Doktora tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.

Caner Akın, G., Eren, Ö., Oral, H. V., ve Heperkan, H. A. (2020). Yeni Bir Risk Değerlendirme Yöntemi İle Tersane İşletmelerinin Sınıflandırılması. *BMIJ*,(2020), 8(1).

Caner Akın, G., ve Oral, H. V. (2020). Deri Endüstrisinde Sürdürülebilirliği Hedefleyen Deri Çalışma Grubu (Leather Working Group) (Lwg) Protokolünün İş Güvenliği ve Çevresel Önlemlerinin Değerlendirilmesi. *6. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi bildiriler kitabı* içinde (ss. 94-100) İstanbul: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları.

Chandrasekaran, V., Dilara, K., ve Padmavathi, R. (2014). Pulmonary functions in tannery workers--a cross sectional study. *Indian J Physiol Pharmacol*, 58(3), 206-210.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. *Deri İmalatı Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. <http://www.isgip.gov.tr/wp-content/uploads/2018/06/DER%C4%B0-%C4%B0MALATI-SEKT%C3%96R%C3%9C-%C4%B0SGYS-REHBER%C4%B0.pdf> adresinden alındı

Dalju, I., Dessie , A., Bogale, L., ve Mekonnen, T. H. (2019). Occupational risk factors associated with respiratory symptoms among tannery workers in Mojo town, Southeast Ethiopia, 2018: a comparative cross-sectional study. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 14(1), 27.

Eroğlu, E., ve Lorcu, F. (2007). Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) ile Sayısal Karar Verme. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi*, 36(2), 30-53.

Genç, M. C., Değer, M. K., ve Berber, M. (2010). Beşeri Sermaye, İhracat Ve Ekonomik Büyüme: Türkiye Ekonomisi Üzerine Nedensellik Analizi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(1), 29-41.

Hafeez, K., Malak, N., ve Zhang, Y. (2007). , “Outsourcing Non-Core Assets and Competences of A Firm Using Analytic Hierarchy Process”, , 34 (12): . *Computers and Operations Research*, 34(12), 3592-3608.

İşsever, H., Özdilli, K., Özyıldırım, B. A., Hapcioglu, B., Ince, N., Ince, ve Calak, B. (2007). Respiratory problems in tannery workers in Istanbul. *Indoor and Built Environment*, 16(2), 177-183.

Jabrayilov, E. (2006). Türkiye Deri Sektöründe Dış Ticaretin Gelişimi ve Rusya Pazarına Yönelik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Jamal, A., Mehmood, A., Putus, T., ve Savolainen, H. (2017). Prevalence of respiratory symptoms, bronchial asthma and obstructive lung disease among tannery workers. *Peertechz J Environ Sci Toxicol*, 2(1), 33-42.
- Karaca Deri Sanayi. Islatma ve Kireçlik Dolapları, Bant Sistemi, Çiskele Sistemi, Kazan Sistemi. *Islatma ve Kireçlik Dolapları, b. Bant Sistemi, c. İskele Sistemi, d. Kazan Sistemi*. Karaca Deri San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- Kashyap, G. C., ve Singh, S. K. (2007). Reliability and validity of general health questionnaire (GHQ-12) for male tannery workers: a study carried out in Kanpur, India. *BMC psychiatry*, 17(1), 102.
- Kaynak, S. (2016). Giyim Eşyası İmalatı Piyasa Yapısı ve Yoğunlaşma Oranı: Türkiye'nin ilk 500 Sanayi Kuruluşu Üzerine Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(30), 21-37.
- Keeney, R. L., Raiffa, H., ve Meyer, R. F. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge University Press.
- Konuşkan, Ö., ve Uygun, Ö. (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi Ve Bir Uygulaması. Akademik Platform. <https://isites.info/PastConferences/ISITES2014/ISITES2014/papers/A1-ISITES2014ID237.pdf> adresinden alındı
- Oruko, R. O., Selvarajan, R., Ogola, H. J., Edokpayi, J. N., ve Odiyo, J. O. (2020). Contemporary and future direction of chromium tanning and management in sub Saharan Africa tanneries133. *Process Safety and Environmental Protection*, 369-386.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., ve Balcı, H. F. (2016). Entropi Temelli MAUT Ve Saw Yöntemleri İle Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 227-255.
- Önder, G., ve Önder, E. (2015). Analitik Hiyerarşi Süreci. B. F. Yıldırım, ve E. Önder (Dü) içinde, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (s. 21-74). Bursa: Dora Yayıncılık.
- Öry, F. G., Rahman., F. U., Katagade, V., Shukla, A., ve Burdorf, A. (1997). Respiratory disorders, skin complaints, and low-back trouble among tannery workers in Kanpur, India. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58(10), 740-746.
- Rabbani, G., Billah, B., Giri, A., Hossain, S. M., Mahmud, A. I., Banu, B., ve Alif, S. M. (2020). Factors Associated With Health Complaints Among Leather Tannery Workers in Bangladesh. *Workplace Health ve Safety*, 69(1), 22-31.
- Ramamurthy, G., Krishnamoorthy, G., Sastry, T. P., ve Mandal, A. B. (2014). Rationalized method to enhance the chromium uptake in tanning process: role of Gallic acid. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16(3), 647-654.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: Mc Graw Hill.
- Saravanabhavan, S., Thanikaivelan, P., Rao, J. R., Nair, B. U., ve Ramasami, T. (2004). Natural leathers from natural materials: progressing toward a new arena in leather processing. *Environmental science ve technology*, 38(3), 871-879.
- Sarul, L. S., ve Eren, Ö. (2016). The comparison of MCDM Methods including AHP, TOPSIS and MAUT with an Application on Gender Inequality Index. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(2), 181-194.
- Senger, Ö., ve Karadağ Albayrak, Ö. (2016). Gri İlişki Analizi Yöntemi ile Personel Değerlendirme Üzerine Bir Çalışma. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17, 235-285.
- SGK. (2019). *Türkiye Cumhuriyeti Sosyal Güvenlik Kurumu*. Aralık 8, 2020 tarihinde http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari adresinden alındı
- Singh, S. K., ve Kashyap, G. C. (2016). Mental health problems among male tannery workers: A study of Kanpur City, India. *Health*, 4(7), 1089.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Kimya Teknolojisi - Yumuşatma-524KI0250 Modülü*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. Aralık 8, 2020 tarihinde http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yumu%C5%9Fatma.pdf adresinden alındı
- T.C. Ticaret Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü. (2020). *Deri ve Deri Mamulleri Sektör Raporu*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti-Ticaret Bakanlığı.

- Uzun, S., ve Kazan, H. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP TOPSIS ve PROMETHEE Karşılaştırılması: Gemi İnşada Ana Makine Seçimi Uygulaması. *Journal of Transportation and Logistics*, 1(1), 99-113.
- Zahedi, F. (1986). The Analytic Hierarchy Process- A Survey of The Method and Its Applacitions. *Interfaces*, 16(4), 96-108.
- Zionts, S. (1979). MCDM: If not a Roman Numeral then What? 94-101.