

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE ÇEVRESEL RİSKLERİN BAZI PARAMETRELER AÇISINDAN ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Aslıhan KATİP*^{ID}
Ömer BEKMAN**^{ID}

Alınma: 29.08.2024; düzeltme: 14.11.2024; kabul: 02.12.2024

Öz: Bu çalışmada presle sac şekillendirme ve kaynak montajı konularında faaliyet gösteren otomotiv yan sanayi firmasında gürültü ve toz maruziyeti incelenmiştir. Pres alanında ölçülen 90,19 dB(A) 3 yıllık ortalama değer, "Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) Standardı, Gürültü yönetmeliğine göre maruziyet sınır değerleri olan 85 dB(A)'in üzerinde, Kaynak hatlarında ise sınır değerine yakın bulunmuştur. Toz maruziyeti incelendiğinde, en yüksek toz konsantrasyonunun 3 yıllık ortalaması 0,81 mg/m³ ile kaynak hattında olduğu görülmüştür. NIOSH Standardı ve Toz ile Mücadele Yönetmeliği'ne göre (5 mg/m³) sınır değerinden oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Gürültü ölçümlerinde 2020 yılında en yüksek r² değeri (0,98) ile "gürültü kişisel maruziyet pik değeri" parametresi açısından hatlar arası bir ilişki olabileceği belirlenmiştir. Toz ölçümlerinde en yüksek 2020 yılında r² değeri (1) ile "kişisel toz maruziyeti" parametresi açısından hatlar arası ilişkiler bulunmuştur. Matris ve Fine Kinney metotları kullanılarak risk analizi yapılmıştır. Her iki yöntemde de kaynak hattı için toz boyutu, pres hattı için ise gürültü boyutu "Çok Yüksek Risk" olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel etkiler, Gürültü, Risk değerlendirme, Toz

Analysis and Evaluation of Environmental Risks in Terms of Some Parameters in the Automotive Industry

Abstract: In this study, noise and dust exposure were examined in an automotive sub-industry company operating in the field of press sheet metal forming and welding assembly. The 3-year average value of 90.19 dB(A) measured in the press area was found to be above the exposure limit value of 85 dB(A) according to the Noise Regulation and close to the limit value in the welding lines. When exposure to dust was examined, it was seen that the highest dust concentration was in the weld line with a 3-year average of 0.81 mg/m³. According to the NIOSH Standard and regulation, it is well below the limit value (5 mg/m³). It was observed that there may be a relationship between the lines in terms of "personal exposure to noise" in noise measurements. The highest r² value was 0.98 in 2020. Relationships between the lines were found in terms of "personal dust exposure" in dust measurements. The value was found to be 1 in 2020. In Fine Kinney and Matrix risk analysis methods; the dust size for the welding line and the noise size for the pressing line were found to be "Very High Risk".

Keywords: Dust, Environmental effects, Noise, Risk assessment

*Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, 16059, Bursa, Türkiye

**Çevre Mühendisliği ABD, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa Uludağ Üniversitesi, 16059, Bursa, Türkiye

* İletişim Yazarı: Aslıhan KATİP (aballi@uludag.edu.tr)

1. GİRİŞ

Otomotiv sektörü, 20. yüzyılda ülkeler arası ticaretin evriminde kritik bir pozisyonu üstlenmiştir. Bu sektör, otomobillerin üretimi, dağıtım ve ticareti yoluyla dünya genelinde büyük bir etki yaratmıştır. Geçmişten günümüze kadar olan uzun tarihinde uluslararası ticaretin merkezinde yer almış ve bu süreç içinde dünya ekonomisine büyük katkılar sağlamıştır. Otomotiv endüstrisi, sadece kendi içinde büyük bir sanayi olmanın ötesinde, diğer sektörlerle olan bağları ve iş birliği ile "Sanayilerin Sanayisi" olarak adlandırılmıştır. Bu unvan, otomotiv sektörünün üretim, tasarım, teknoloji, lojistik ve istihdam gibi birçok farklı alanda ekonomiye büyük bir değer kattığını yansıtmaktadır (Khan, 2011). Otomotiv sektöründe model ve teknoloji açısından rekabet ve pazar payı hem kendi sektörünü hem de diğer sektörleri oldukça etkilemektedir (Chen, 2007; Kimura, 2006).

Çevresel etkileri en aza indirilmiş şekilde üretimin yapılabilmesi bu rekabet piyasasında firmalara prestij açısından önemli avantaj sağlayabilmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı 2050 senesine kadar Avrupa'nın sıfır karbon emisyonu bölgesi olmasını planlamıştır. Ülkemizin de bulunduğu bu Mutabakat, sadece iklim hareket programı olmanın ötesinde, yeşil enerji sağlama, akıllı yaşam alanları, finansman, vergi uygulamaları ve iş fırsatları sağlama gibi çeşitli alanları kapsamaktadır. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması nedeni ile sera gazı emisyonlarının azaltılması ve çevresel risklerin belirlenmesi otomotiv sektöründe sürdürülebilir üretimi sağlamak açısından daha önemli hale gelmiştir. Sektör içerisindeki rekabetten en az etkilenebilmek için de sürdürülebilir üretimi desteklemek kaçınılmaz hale gelmiştir (Aydoğan ve Özdemir, 2022).

Otomotiv sektörüne yönelik araştırmalarda, çevre dostu veya sürdürülebilir tedarik zincirleri ele alınmış ve ilgili alanda gelişim stratejileri aktarılmıştır (Vanalle ve diğ., 2017). Otomotiv parçası imalatının çevresel etkilerini hesap etmek amacıyla montaj süreçlerini içeren bir model oluşturulmuştur (Sullivan ve diğ., 2013). Kapı plakaları, frenlerin sistemleri ve kompozit materyallerden oluşturulan araç göstergeleri gibi ürünlerin yaşam döngüsü değerlendirmeleri yapılmıştır (Puri ve diğ., 2009; Ribeiro ve diğ., 2008; Delogu ve diğ., 2016). Belçika'da bir tesiste çıkış suyu parametrelerinin istenilen değerlere ulaşabilmesi için tasarım aşamasında risk analizi ve simülasyon çalışması yapılmıştır (Bixio ve diğ., 2002). Benzer bir çalışma Diekmann (1997) tarafından yapılmış ve tesise ait tüm riskler hesaplanmıştır. Bu çalışmada, işletmeye ve çevreye ait riskler değerlendirilmiştir. Avrupa Birliği'nin "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi" kapsamında kot kumaşı üreten bir tekstil fabrikasında risk analizi çalışması yapılmıştır. Tehlikeli kimyasallardan ötürü oluşabilecek yangın ya da patlamanın riski matris metodu kullanılarak belirlenmiştir ve kimyasal deposunun tesis içinde en yüksek risk değerini taşıdığı görülmüştür (Arda, 2008).

Son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği, çalışanların sağlığı ve refahı öncelikli olmak üzere büyük önem taşımaktadır. İşyerlerinde karşılaşılan gürültü ve toz maruziyeti de en önemli risklerdendir. Bu iki faktör, çalışanların sağlığı ve iş verimliliği üzerinde olumsuz etkileri olan ciddi sorunlara yol açabilmektedir (Ersoy ve diğ., 2022). Her sektörde olduğu gibi otomotiv endüstrisinde, personelin gürültüye maruz kalmalarından kaynaklanabilecek sağlık ve emniyet risklerine, özellikle işitme konusu ile ilgili tehlikelere karşı korunmalarını güvence altına almak amacıyla gerekli tedbirlerin alınması zorunludur. Ayrıca "Tozla Mücadele Yönetmeliği"ne göre de çalışma alanlarında toz nedeni ile ilgili risklerin önlenmesi için kanun kapsamında tozla mücadele edilmesi ve bu gibi iş alanlarında çalışanların toz ile ilgili zararlardan korunması için gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik kurallar belirlenmektedir (Anonim, 2013). İş güvenliği yönetimi, öncelikle iş sağlığı ve güvenliği prensiplerini esas almaktadır. Bu sistemin temel hedefleri arasında iş kazalarını minimum seviyeye indirmek, iş güvenliğini artırmak için faaliyetlerde bulunmak ve meslek hastalığı risklerini ortadan kaldırmak yer almaktadır (Çarıkçı, 2005). Son yıllarda, çevresel sürdürülebilirlik, risk analizi ve iş güvenliği çalışmalarının birlikte yapılmasının çevresel açıdan daha az etkileri olan üretimin gerçekleştirilebilmesini sağladığı görülmüştür.

Bu çalışma kapsamında, Ülkemiz otomotiv sanayiinde önemli bir yeri olan Bursa'da Baskak ve Mihçioğlu (2010) bulunan ve üretim kapasitesi yüksek bir otomotiv yan sanayiinde pres ve

kaynak hatlarındaki çevresel riskler, gürültü kirliliği, toz ölçümleri ve insan sağlığına olan etkileri değerlendirilmiştir ve alınması gereken önlemler irdelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, gürültü ve toz parametrelerinin pres ve kaynak hatlarındaki ölçüm sonuçları zamansal olarak değerlendirilerek, parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri korelasyon analizi ile istatistiksel olarak incelenmiştir (Işığçok, 2022). Ayrıca, fabrikada bu hatlarındaki çevresel riskler Fine Kinney ve Matris metotları kullanılarak değerlendirilmiştir.

2.1 Gürültü ve Toz Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

2.1.1. Kişisel Maruziyet Gürültü Ölçümleri

Gürültü ölçümleri TS EN ISO 9612 standardı esas alınarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2005). Çalışanların işyerinde 8 saatlik maruziyet değerleri bu ölçümler kullanılarak hesaplanmıştır. Ölçümlerde SV 104 kişisel gürültü dozimetresi kullanılmıştır. Kullanılan gürültü ölçüm cihazı IEC 61252 ve ANSI S1.25-119 standartlarına uygun ölçüm yapmaktadır. A, C ve Z profillerinde hızlı ve yavaş ayarları ile eş zamanlı ölçüm yapılabilmektedir. Dozimetrik ölçüm hesaplamaları cihaza ait süpervizör yazılımı ile yapılmıştır (Anonim, 2024).

2.1.2. Solunabilir Toz Ölçümleri

Ortam ve kişisel maruziyet solunabilir toz örnekleme ortam havası $2,2 \pm 0,1$ litre/dakika sabit çekişte bir pompa yardımı ile cam yünü filtre üzerine tutularak yapılmıştır. Alınan toz örneği gravimetrik analiz yöntemiyle tayin edilmiştir. MDHS 14/3 standardı gereği HD siklon başlık kullanılmıştır. Ölçüm adedine ve süresine karar verirken MDHS 14/3 standardı ile TS EN 689 ve bir vardiya başına en az numune sayısı dikkate alınmıştır. Fabrikada düzenli aralıklar ile ölçümler yapılmıştır (Bekman, 2024).

2.2. Risk Analizi

Risk analizi, potansiyel tehlikelerin veya belirsizliklerin neden olabileceği olumsuz sonuçları değerlendirmek ve yönetmek için kullanılan bir yöntemdir. Uzun süreli gürültü maruziyeti, işitme kaybı, stres, uyku bozuklukları gibi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Toz maruziyeti ise solunum problemleri ve alerjilere neden olmaktadır. Risk analizi, bu sağlık etkilerini belirlemeye yardımcı olur. Gürültü ve toz, çevreye zarar verebilir. Özellikle doğal yaşam alanları ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Risk analizi, bu etkilerin değerlendirilebilmesini sağlar. Temel amacı, riskleri minimize etmek veya olumsuz etkilerini en aza indirmek için uygun önlemleri alabilmektir (Topal, 2021). Bu çalışmada Fine Kinney ve Matris Analizi uygulanarak çevresel riskler belirlenmiştir.

2.2.1 Fine ve Kinney Analizi

Bu risk ölçüm tekniği, 1976 senesinde ortaya atılan risk analizi yöntemidir. 3 çarpanı bulunmaktadır. Tehlikenin oluşturduğu risk, tehlikeli hadisenin oluşma olasılığı, hadiseye karşı maruziyeti, sonuçları yani şiddeti çarpılarak risk puanı elde edilmesi ile oluşmaktadır (Kinney ve Wiruth, 1976). Tablo 1'de olasılık, şiddet ve maruziyetin değerleri gösterilmiştir. Bu tabloda bulunan tanımlara göre, ayrı ayrı puanlar belirlenir ve çarpılır. Çarpma işlemi sonucunda ortaya çıkan risk puanı (R), referans değerlerine göre değerlendirilir. Hesaplanan risk durumuna göre alınması gereken önlemler belirlenir. Tablo 2'de Fine Kinney risk skoruna göre alınması gereken önlemler gösterilmiştir.

Tablo 1. Riskin gerçekleşme olasılığı, tehlikeye maruziyet ve şiddet tablosu (Topal, 2021)

Olasılık (O)		Şiddet (Ş)		Frekans/Maruziyet (F)	
Olasılık Tanımı	Olasılık Puanı	Şiddet Tanımı	Şiddet Puanı	Frekans/ Maruziyet Tanımı	Frekans Maruziyet Puanı
Kesin	10	Birden çok ölümlü kaza veya çevresel felaket	100	Sıklığı çok (Bir saatte)	10
Oldukça mümkün	6	Ölümlü kaza veya çevresel felaket	40	Sık (Günde bir kez veya birkaç kez)	6
Seyrek ancak olabilir	3	Çok ciddi yaralanma- Kalıcı hasar	15	Zaman zaman (Haftada bir kez veya birkaç kez)	3
Mümkün	1	Tıbbi tedavi gerektirebilir önemli yaralanma	7	Nadiren (Ayda bir kez veya birkaç kez)	2
Beklenmez ancak mümkün	0,5	İlk yardım/ Küçük hasar	3	Oldukça nadir (Yılda birkaç kez)	1
Neredeyse imkânsız	0,2	Ramak kaza – Fark edilebilir	1	Çok az (Yılda bir kez veya daha az)	0,5

Risk durumunda çok yüksek risk, hızla gerekli tedbirler alınması ya da ilgili iş/tesisin kapatılması gerektiğini göstermektedir. Yüksek risk, birkaç ay içinde yapılmalıdır. Önemli risk, uzun vadede de olsa yapılmalıdır. Olası risk, sürekli izleme ve denetim altında tutulmalıdır. Kabul edilebilir risk ise öncelikli olarak önlem gerektirmeyen bir durumu göstermektedir.

Tablo 2. Fine Kinney risk skoruna göre alınması gereken önlemler (Topal, 2021).

RİSK PUANI	RİSK DURUMU
$400 \leq R$	Çok yüksek risk, Hızla gerekli tedbirler alınmalı ya da ilgili iş/tesis kapatılmalıdır.
$200 \leq R < 400$	Yüksek risk, (birkaç ay içinde yapılmalıdır)
$70 \leq R < 200$	Önemli, uzun vadede
$20 \leq R < 70$	Olası, sürekli izleme ve denetim altında tutulmalıdır.
$R < 20$	Kabul edilebilir, Öncelikli olarak önlem gerektirmeyen bir durum

2.2.2. Matris Analizi

Matris analizi için olasılık ve şiddet olmak üzere 2 girdi kullanılmaktadır. Bunların çarpımı risk değerlerini ifade etmektedir (Tongyuan ve diğ., 2018). Olasılık ve şiddet değerlerinin çarpımı sonucu çıkan risk değerlendirme kısmı çok yüksek, yüksek, orta, düşük, çok düşük olmak üzere 5 başlıktan oluşmaktadır (Ikwan ve diğ., 2021). Tablo 3'te Matris analizi risk skalası verilmiştir.

Tablo 3. Matris analizi risk skalası (Ikwan ve diğ., 2021)

Olasılık	Puan					
Sık	5	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Yüksek
Muhtemel	4	Düşük	Orta	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Ara sıra	3	Düşük	Düşük	Orta	Orta	Yüksek
Uzak olasılık	2	Çok Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Orta
Olasılık Dışı	1	Çok Düşük	Çok Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
	Puan	1	2	3	4	5
	Şiddet	Daha ufak olaylar	Minör yaralanma,	Kayıp günlük kaza	Major yaralanma,	Felaket

Matris analizinde 2 çarpan vardır ancak Fine Kinney metodunda gözükten frekans (maruziyet) çarpanı kullanılmamaktadır.

2.2.3. İki Metodun Avantajları ve Dezavantajları

Kolay anlaşılır: Fine Kinney risk analizi, matris risk analizi yöntemlerine göre daha kolay anlaşılır bir yöntemdir. Bu, çalışanların riskleri anlama ve yüksek riskli durumları belirleme konusunda daha etkili bir şekilde eğitilmesini sağlamaktadır.

Önceliklendirme: Matris yönteminde maruziyet çarpanı yoktur ve 2 çarpanlıdır. Fine Kinney metodunda maruziyetle birlikte 3 çarpan grubu vardır. Maruziyet çarpanından dolayı önceliklendirme konusunda Fine Kinney daha avantajlıdır.

Niteliksel değerlendirme: Fine Kinney risk analizi, Matris risk analizi yöntemlerine kıyasla daha fazla niteliksel değerlendirme kullanılmaktadır. Bu, risk faktörlerinin tam bir analizini yapmak için yeterince ayrıntılı bilgilere sahip olduğu anlamına gelebilmektedir (Özkılıç 2005).

Yeni risklerle ilgili güncelleme yapma zorluğu: Fine Kinney risk analizi, diğer risk analizi yöntemlerine kıyasla daha eski bir yöntemdir. Bu nedenle, yeni risk faktörleri ortaya çıktığında, analizde güncelleme yapmak daha zor olabilmektedir.

Matris risk analizi, Fine Kinney risk analizi yöntemlerine göre daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Bu yaklaşım, kapsamlı risk analizlerine çok daha zaman ayırmak yerine, hızlıca önlemler almak için olanak sağlamaktadır (Özkılıç, 2005).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Gürültü ve Toz Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Gürültü ölçüm sonuçları incelendiğinde, pres hattının gürültü kişisel maruziyet dB(A) değerleri, kaynak hattının gürültü kişisel maruziyet dB(A) değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. İç ortam ölçümleri ile kişisel maruziyet ölçümleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmamıştır. Kişisel maruziyet ölçümleri 8 saat boyunca personele ölçüm cihazları takılarak ölçülürken, ortam ölçümleri anlık olarak alınmıştır. Kişisel maruziyet ölçümünde, ölçüm süresi çalışma saatine göre yapıldığında maruziyet tam olarak bulunmuştur.

Buradan çıkan sonuç anlık iç ortam ölçümlerinin bizi yanıtma ihtimalinin olduğu ve gerçek maruziyeti yansıtmadığıdır. Tablo 4' te iç ortam gürültü seviyesi ölçüm sonuçları verilmiştir.

Azalış ve artış yorumlarını pik değerlere göre yapmak her zaman doğru olmamaktır. Pik değerler anlık olarak çıkan en üst dB değeridir. Örneğin tüm yıllar ortalaması kaynak hattı maksimum pik dB(C) değeri 148,50 dB(C), ve pres hattı maksimum pik dB(C) değeri 147,70 dB(C) olarak bulunmuştur. Kaynak hattında daha yüksek pik değeri ortaya çıkmıştır. Kaynak hattı pres hattına göre tüm yıllarda ortalama değerlere göre düşük çıkmıştır. Burada dB(A) ortalama kişisel maruziyet seviyesinin önemli olduğu görülmüştür. Pik değerlerinin önemi kulak sağlığı ile doğrudan ilişkilidir. Anlık olarak yüksek desibel kulakta hasara neden olabilmektedir (Sørensen ve diğ., 2024). Pik değerleri 135 dB(C)' den büyük ölçümler ülkemiz mevzuatında bulunan gürültü yönetmeliğine göre önlem alınması gereken en düşük maruziyet eylem pik değeri olarak verilmektedir (Anonim, 2013).

Bu fabrikada kaynak hattındaki pik değerlerin pres hattına göre fazla çıkmasının nedeni çekiçleme prosesinden dolayı olduğu belirlenmiştir. Kaynak sonrasında çıkarılan parçaların somun yerlerine, kaynağın kaliteli tutup tutmadığını çekiç kullanarak belirli testler yapıldığı gözlenmiştir. Personel en son adımda çekiç ile metal parçaya vurarak test yapıldığı gözlenmiştir.

Tablo 4. 2016, 2018, 2020 İç ortam gürültü seviyesi ölçüm sonuçları

Değerler/ Yıllar	2016	2018	2020	Tüm Yıllar Ortalaması
Kaynak Ortalama dB(A)	79,86	84,02	86,64	83,25
Kaynak Minimum dB(A)	74,1	81,5	83,5	74,10
Kaynak Maksimum dB(A)	85,3	85,9	89,5	89,50
Standart Sapma	3,80	1,62	1,87	3,85
Pres Ortalama dB(A)	89,92	87,53	91,75	90,19
Pres Minimum dB(A)	85,8	86,2	88,5	85,80
Pres Maksimum dB(A)	94,8	90,2	96,8	96,80
Standart Sapma	3,09	1,38	2,54	2,95
Kaynak Ortalama Pik dB(C)	141,17	132,2	134,18	136,07
Kaynak Minimum dB(C)	132	127,5	123,5	123,50
Kaynak Maksimum dB(C)	148,5	137,6	140,1	148,50
Standart Sapma	5,66	3,61	5,61	6,34
Pres Ortalama Pik dB(C)	141,43	132,87	138,73	137,78
Pres Minimum dB(C)	138,7	120,4	132,1	120,40
Pres Maksimum dB(C)	147,7	138,2	143,3	147,70
Standart Sapma	4,26	5,85	2,80	5,10

Gürültü parametresine göre bölümler arasında bağlantı varlığını görebilme sebebi ile korelasyon analizi uygulanmıştır. Kaynak ses seviyeleri dB(A) 2016'dan 2020'ye kadar kaynak ses seviyelerinde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Ortalama değer 79,86 dB(A) iken 2020'de 86,64 dB(A) seviyesine yükselmiştir. Bu, üretim süreçlerinde artan gürültü seviyelerine işaret etmektedir. 2018'deki düşük standart sapma, bu yıl içinde ses seviyelerinin daha tutarlı olduğunu göstermiştir. 2020'deki artış, süreçlerdeki değişikliklerin daha fazla dalgalanma yarattığını işaret etmektedir.

Pres ses seviyeleri dB(A) pres için ortalama ses seviyesi 2016'da 89,92 dB(A) iken, 2018'de 87,53 dB(A) seviyesine düşmüş, ardından 2020'de tekrar artarak 91,75 dB(A) olmuştur. Bu durum, ekipmanın yaşlanması veya bakım eksiklikleri gibi nedenlerle ses seviyelerinde dalgalanmalar olduğunu göstermiştir. Standart sapmanın genel olarak daha düşük olması, 2016 ve 2018 yıllarında ses seviyelerinin daha öngörülebilir olduğunu, 2020'deki artışın ise daha fazla değişkenliğe işaret ettiğini göstermiştir.

İstatistiksel hesaplamalar neticesinde, pres ve kaynak hatlarının gürültü ölçüm değerleri arasındaki korelasyon ve determinasyon katsayıları belirlenmiştir (Tablo 5). Korelasyon

katsayısının 1'e yakın olması iki değişkenin bir biri arasındaki ilişkinin yüksek ve pozitif olduğunu, -1'e yakın olması iki değişkenin bir biri arasında negatif ilişki olduğunu, 0'a yakın olması iki değişkenin birbiri arasında herhangi bir ilişki olmadığını veya çok zayıf bir ilişki olduğunu göstermektedir (Işığışık, 2022). 2016 yılında kaynak bölümü dB(C) pik değeri ve pres bölümü dB(C) pik değeri arasındaki korelasyon analizleri değerlendirildiğinde $p \leq 0,05$ 'e göre "gürültü kişisel maruziyet" parametresi açısından önemli bir ilişki olduğu görülmüştür.

2020 yılında kaynak bölümü dB(A) değeri ve pres bölümü dB(A) değeri arasındaki korelasyon analizleri değerlendirildiğinde "gürültü kişisel maruziyet" parametresi açısından bir ilişki olduğu, aynı yıl içinde "kaynak bölümü dB(C) pik değeri ve Pres Bölümü dB(C)" Pik değeri arasındaki korelasyon analizleri değerlendirildiğinde "gürültü iç ortam" parametresi açısından istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0,05$) ilişki olabileceği belirlenmiştir. 2020 yılındaki korelasyon değerleri ve yapılan gürültü ölçümleri her iki departmanda da (pres ve kaynak) benzer şekilde değişiklik gösterdiğini düşündürmüştür.

Tüm yıllardaki gürültü kişisel maruziyet ve iç ortamda bulunan ortalama ve pik değerler arasındaki korelasyon analizleri değerlendirildiğinde gürültü iç ortam ve kişisel maruziyet parametresi açısından kaynak bölümünde ve pres bölümünde ortalama ve pik değerler arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunmamıştır.

Tablo 5. Pres ve kaynak hatlarının gürültü ölçüm değerleri arasındaki korelasyon ve determinasyon katsayıları

Yıllar	KİŞİSEL MARUZİYET ÖLÇÜMÜ				İÇ ORTAM ÖLÇÜMÜ			
	Kaynak Bölümü ortalama dBA değeri ve Pres Bölümü dBA değeri		Kaynak Bölümü dBC Pik değeri ve Pres Bölümü dBC Pik değeri		Kaynak Bölümü ortalama dBA değeri ve Pres Bölümü ortalama dBA değeri		Kaynak Bölümü dBC Pik değeri ve Pres Bölümü dBC Pik değeri	
	Korelasyon Katsayısı (r)	r ²	Korelasyon Katsayısı (r)	r ²	Korelasyon Katsayısı (r)	r ²	Korelasyon Katsayısı (r)	r ²
2016	0,64	0,41	0,79*	0,64	-0,01	0,00	-0,53	0,28
2018	-0,30	0,09	-0,32	-0,30	0,52	0,28	0,67	0,45
2020	0,94*	0,89	-0,20	0,94*	0,39	0,15	0,98*	0,95
Tüm yıllar	-0,04	0,00	0,06	-0,04	0,38	0,14	-0,06	0,01

*Koyu renkli r² değerleri $p \leq 0,05$ 'a göre istatistiksel olarak önemlidir.

Pres ve kaynak hatlarındaki toz ölçüm değerlerinin korelasyon ve determinasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 6). 2016 ve 2020 yılında pres ve kaynak toz ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizleri değerlendirildiğinde "kişisel toz maruziyeti ölçümü" ve "iç ortamda bulunan toz ölçümü" açısından ilişki 2018 yılına göre daha yüksek bulunmuştur. 2020'deki ölçümler, hem kişisel maruziyet hem de iç ortam ses seviyeleri arasında güçlü ve pozitif korelasyonlar göstermektedir. Bu, o yıl içinde ölçüm yöntemlerinin veya ortam koşullarının daha tutarlı olduğunu göstermektedir. 2016 ve 2018 yıllarında bulunan negatif korelasyonlar değişken koşulların veya farklı ekipmanların ses seviyeleri üzerindeki negatif etkisini göstermiştir.

Tablo 6. Pres ve kaynak hatlarındaki toz ölçüm değerlerinin korelasyon ve determinasyon katsayıları

Yıllar	KİŞİSEL TOZ ÖLÇÜMÜ		İÇ ORTAM TOZ ÖLÇÜMÜ	
	Korelasyon Katsayısı (r)	r ²	Korelasyon Katsayısı (r)	r ²
2016	0,88	0,77	-0,85	0,72
2018	-0,64	0,41	0,96	0,92
2020	1,00	1,00	0,81	0,66
Tüm Yıllar	-0,80	0,63	0,96	0,91

*Koyu renkli r² değerleri p≤0,05'a göre istatistiksel olarak önemlidir.

Tüm yıllardaki kişisel toz maruziyeti ölçüm rakamları ve iç ortamda bulunan ölçüm rakamları arasındaki korelasyon analizleri değerlendirildiğinde iç ortam ölçümü ve kişisel toz maruziyeti ölçümü parametreleri açısından kaynak bölümünde ve pres bölümünde değerler arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunuyor denilebilir. Bu istatistiksel ilişkinin bulunması ölçümlerin doğru yapıldığını düşündürmüştür. 2020 yılı verileri, kişisel toz maruziyeti ile iç ortam toz ölçümleri arasında pozitif ve yüksek bir korelasyon göstermiştir. Bu, ölçümlerin daha tutarlı ve güvenilir olduğunu işaret etmiştir. 2016'da gözlemlenen negatif korelasyon, ölçüm koşullarında ya da ortamda önemli değişikliklerin yaşandığını göstermiştir. Bu durum, toz maruziyetinin belirli bir zamanda, belirli bir lokasyonda daha az olduğunu işaret edebilir. 2018'deki negatif korelasyonun ardından, 2020'deki güçlü pozitif korelasyonlar, toz maruziyetinin izlenmesi ve kontrolü konusunda yapılan iyileştirmelerin etkisini gösterdiğini belirtmektedir.

3.2. Matris ve Fine Kinney Yönteminin Uygulanması

İşletmede Kaynak ve Pres bölümlerinde çevresel risk analizi için Matris ve Fine Kinney yöntemleri seçilmiştir. Matris yönteminde olasılık ve şiddet belirlenir. Olasılık ve şiddetin çarpımından çıkan rakam ise risk puanıdır. Risk puanlamaları yapılarak riskin çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek olduğu ortaya çıkarak öncelikler belirlenmektedir.

Risk analizinde incelenen parametreler sahada gözlem sonucu belirlenmiştir. Belirlenen bu parametreler her iki risk analizi için de ayrı ayrı değerlendirilmiştir. 15 (kaynak hattı) ve 13 (pres hattı) risk parametresi için uygulanan Fine Kinney ve Matris metodunda benzer ve farklı riskler bulunmuştur. Fine Kinney yönteminde risk parametrelerinin değerlendirilmesi Tablo 1'de verilen olasılık, şiddet ve frekans puanlarına göre yapılmıştır. Matris yönteminde risk parametreleri Tablo 3'te verilen olasılık ve şiddet puanlarına göre değerlendirilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan puanlamaları daha detaylı olarak açıklamak gerekirse, Tablo 7'de yer alan Fine Kinney metoduna göre kaynak hattında yapılmış olan analizin "Gürültü" parametresini incelediğimizde Olasılık 6, yani "oldukça mümkün" seçilmiştir. Çünkü Tablo 4'te bulunan sonuçlara baktığımızda, kaynak hatlarında 83,25 dB(A) ölçüm ortalaması ile yasal en yüksek maruziyet değeri olan 85 dB(A)'e çok yakındır. Şiddet 15, "Çok ciddi yaralanma- Kalıcı hasar" olarak seçilmiştir. Çünkü işitme kaybı meydana gelebilmektedir. Frekansın 3, seçilme nedeni de "zaman zaman haftada birkaç kez" anlık olarak yüksek gürültü düzeyine çıkabilme durumundan ileri gelmektedir.

Tablo 9'da yer alan Matris metoduna göre kaynak hattında yapılmış olan analizin "Gürültü" parametresini incelediğimizde Olasılık 4 yani "muhtemelen" seçilmiştir. Çünkü Tablo 4'te bulunan sonuçlara baktığımızda, kaynak hatlarında 83,25 dB(A) ölçüm ortalaması ile yasal en yüksek maruziyet değeri olan 85 dB(A) ya çok yakındır. Yani olması muhtemel durumundadır. Şiddet 4, "Major yaralanma" olarak seçilmiştir. "Kayıp günlü" bir sonucu olmaz dolayısı ile 3 ve

3 ün altını seçmek doğru olmamaktadır veya fazla maruziyet “felaket” oluşturmamaktadır dolayısı ile 5’i seçmek de doğru değildir. İşitme kaybının meydana gelebileceği düşünülmüştür.

3.2.1. Fine Kinney Metoduna Göre Departmanlar Arası Değerlendirme

Kaynak bölümünde uygulanan Fine Kinney metoduna göre (Tablo 7) göre tozlar, kaynak teli ve elektrik tüketimi boyutları “Çok Yüksek Risk” olarak bulunmuştur. Gürültü boyutu “Yüksek Risk” olarak bulunmuştur. Evsel ve enfekte atıklar boyutu “Önemli Risk” seviyesinde bulunmuştur. Risk analizinin yapıldığı senelerde Covid-19 salgınının olması, enfekte atıkların “Önemli Risk” olarak bulunmasına sebep olmuştur. Diğer çevresel boyutlar “Olası Risk” ve “Kabul Edilebilir Risk” olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. Kaynak Bölümü- Fine Kinney Metodu

Sıra No.	ÇEVRE BOYUTU	RİSK TANIMI	Olasılık	Şiddet	Frekans	RİSK	ÖNEM DERECESİ
1	Evsel Atıklar	Toprak, Su, Hava kirliliği	6	3	6	108	Önemli Risk
2	Geri Dönüşümlü Atıklar	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak K.	6	1	6	36	Olası Risk
3	Ambalaj Atığı	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak	6	1	6	36	Olası Risk
4	Yağlı Bez/Üstübu	Toprak, Su, Hava kirliliği	3	3	3	27	Olası Risk
5	Sealer	Toprak, Su, Hava kirliliği	1	3	1	3	Kabul Edilebilir
6	Tozlar	Toprak, Su, Hava kirliliği	10	15	10	1500	Çok Yüksek Risk
7	Kaynak Teli	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak Kirlenmesi	6	7	10	420	Çok Yüksek Risk
8	Kontamine Sprey Kutuları	Toprak, Su, Hava kirliliği	1	7	1	7	Kabul Edilebilir
9	Zımpara	Toprak, Su, Hava kirliliği	0,5	3	2	3	Kabul Edilebilir
10	Bakır Elektrot	Toprak, Su, Hava kirliliği	6	3	2	36	Olası Risk
11	Doğalgaz Tüketimi	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Hava Kirliliği	1	3	1	3	Kabul Edilebilir
12	Elektrik Tüketimi	Doğal Kaynakların Tüketilmesi	10	15	10	1500	Çok Yüksek Risk
13	Gürültü	Gürültü Kirliliği	6	15	3	270	Yüksek Risk
14	Yağ	Toprak, Su, Hava kirliliği	1	3	1	3	Kabul Edilebilir
15	Diğer (Enfekte Atıklar)	Covid-19 gibi Bulaşıcı Hastalıkların yayılması	6	15	1	90	Önemli Risk

Fine Kinney metodunda göre yapılan değerlendirmeler sonucunda pres hattında; metal hurdası, elektrik tüketimi ve gürültü boyutları “Çok Yüksek Risk” olarak bulunmuştur. “Yüksek Risk” olarak herhangi bir çevresel boyut tespit edilmemiştir. Evsel atıklar ise “Önemli Risk” olarak bulunmuştur. Diğer çevresel boyutlar “Olası Risk” ve “Kabul Edilebilir Risk” olarak bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 7 ve Tablo 8’e göre hem pres hem de kaynak hattında elektrik tüketimi boyutu “Çok Yüksek Risk” seviyesinde bulunmuştur.

Tablo 8. Pres Bölümü- Fine Kinney Metodu

Sıra No.	ÇEVRE BOYUTU	RİSK TANIMI	Olasılık	Şiddet	Frekans	RİSK	ÖNEM DERECESESİ
1	Hidrolik Yağ Sızıntısı	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	1	18	Kabul Edilebilir
2	Atık Hidrolik Yağ	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	2	36	Olası Risk
3	Yağlı Kağıt/Naylon	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	1	18	Kabul Edilebilir
4	Atık Yağ Filtresi	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	1	18	Kabul Edilebilir
5	Yağlı Üstübu/ eldiven	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	2	36	Olası Risk
6	Asbestosuz Balata Atıkları	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	3	1	9	Kabul Edilebilir
7	Evsel Atıklar	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	6	108	Önemli Risk
8	Geri Dönüşümlü Atıklar	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak Kirlenmesi	6	3	2	36	Olası Risk
9	Metal Hurdası	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	7	10	420	Çok Yüksek Risk
10	Yağ kullanımı	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	6	3	2	36	Olası Risk
11	Elektrik Tüketimi	Doğal Kaynakların Tüketilmesi	10	15	10	1500	Çok Yüksek Risk
12	Tozlar	Toprak, Su, Hava kirliliği	3	15	1	45	Olası Risk
13	Gürültü	Gürültü Kirliliği	10	15	10	1500	Çok Yüksek Risk

3.2.2. Matris Metoduna Göre Departmanlar Arası Değerlendirme

Matris Metoduna göre yapılan değerlendirmeler sonucunda kaynak hattında tozlar ve elektrik tüketimi boyutları “Çok Yüksek Risk” olarak bulunmuştur. Gürültü boyutu ve kaynak teli “Yüksek Risk” olarak bulunmuştur. Bakır elektrot, zımpara atıkları ve enfekte atıklar “Orta Risk” olarak bulunmuştur. Risk analizinin yapıldığı senelerde Covid-19 salgınının olması, enfekte

atıkların “Önemli Risk“ seviyesinde bulunmasına sebep olmuştur. Diğer çevresel boyutlar “Düşük Risk” olarak bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 9. Kaynak Bölümü- Matris Metodu

Sıra No.	ÇEVRE BOYUTU	RİSK TANIMI	Olasılık	Şiddet	RİSK	ÖNEM DERECESESİ
1	Evsel Atıklar	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik Riski	5	1	5	Düşük
2	Geri Dönüşümlü Atıklar	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak Kirlenmesi	4	1	4	Düşük
3	Ambalaj Atığı	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak Kirlenmesi	4	1	4	Düşük
4	Yağlı Atık	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	2	6	Düşük
5	Sealer	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	2	6	Düşük
6	Tozlar	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	5	4	20	Çok Yüksek
7	Kaynak Teli (plastik & Metal Makaralar)	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak Kirlenmesi	5	3	15	Yüksek Risk
8	Kontamine Sprey Kutuları	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	2	6	Düşük
9	Zımpara Atıkları	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	4	2	8	Orta
10	Bakır Elektrot	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	4	3	12	Orta
11	Doğalgaz Tüketimi (Isınma Amaçlı)	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Hava Kirliliği	3	2	6	Düşük
12	Elektrik Tüketimi	Doğal Kaynakların Tüketilmesi	5	4	20	Çok Yüksek
13	Gürültü	Gürültü Kirliliği	4	4	16	Yüksek Risk
14	Şartlandırıcı Yağ	Toprak, Su, Hava kirliliği	2	2	4	Düşük
15	Diğer (Enfekte Atıklar)	Covid-19 gibi Bulaşıcı Hastalıkların yayılması Riski	3	4	12	Orta

Matris metodunda göre yapılan değerlendirmeler sonucunda, pres hattında elektrik tüketimi ve gürültü boyutları “Çok Yüksek Risk” seviyesinde bulunmuştur. Metal hurdası “Yüksek Riskli” olarak bulunmuştur. Tozlar, atık hidrolik yağ, yağlı üstübü ve yağ kullanımları “Orta Riskli” bulunmuştur. Diğer çevresel boyutlar “Düşük Risk” ve “Çok Düşük Risk” olarak bulunmuştur (Tablo 10).

Tablo 9 ve Tablo 10’a göre hem pres hem de kaynak hattında elektrik tüketimi boyutu çok yüksek riskli olarak bulunmuştur.

Tablo 10. Pres Bölümü- Matris Metodu

Sıra No.	ÇEVRE BOYUTU	RİSK TANIMI	Olasılık	Şiddet	RİSK	ÖNEM DERECESİ
1	Hidrolik Yağ Sızıntısı	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	2	6	Düşük
2	Atık Hidrolik Yağ	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	4	2	8	Orta
3	Yağlı Atık	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	2	6	Düşük
4	Atık Yağ Filtresi	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	3	2	6	Düşük
5	Yağlı Üstübü/ eldiven	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	4	2	8	Orta
6	Asbestsiz Balata Atıkları	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	2	1	2	Çok Düşük
7	Evsel Atıklar	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	5	1	5	Düşük
8	Geri Dönüşümlü Atıklar	Doğal Kaynakların Tüketilmesi, Toprak Kirlenmesi	4	1	4	Düşük
9	Metal Hurdası	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	5	3	15	Yüksek Risk
10	Yağ kullanımı	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	4	2	8	Orta
11	Elektrik Tüketimi	Doğal Kaynakların Tüketilmesi	5	4	20	Çok Yüksek
12	Tozlar	Toprak, Su, Hava kirliliği ve Biyoçeşitlilik	2	4	8	Orta
13	Gürültü	Gürültü Kirliliği	5	4	20	Çok Yüksek

Pres bölümünde yapılan Matris metodu çalışmaları, düşük ve orta risk seviyesinde bulunan hidrolik yağ sızıntısı ve atık hidrolik yağın zarar verme olasılığı ve riski çok yüksek olmasa da dikkate alınması ve izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Metal hurdası, elektrik tüketimi ve gürültünün yüksek ve çok yüksek risk seviyesinde bulunması enerji verimliliği ve tasarruf önlemleri ve çalışanların sağlığı açısından güçlü önlemlerin alınması gerektiğini göstermiştir.

3.2.3. Fine Kinney ve Matris Metotları Arası Değerlendirme

Kaynak hattında, iki risk analizi metodunda da tozlar ve elektrik tüketimi çevre boyutları “Çok Yüksek Riskli”, gürültü boyutu “Yüksek Riskli” olarak bulunmuştur. Kaynak hattında her iki risk analizi metodu arasında risk seviyelerinin hesaplamalarında kullanılan katsayılar farklı olduğu için risk önceliklerinde farklılıklar bulunmuştur. Pres hattında, gürültü ve elektrik tüketimi çevre boyutları iki risk analizi metodunda da “Çok Yüksek Riskli” olarak bulunmuştur.

Pres hattında, gürültü ve elektrik tüketimi çevre boyutları iki risk analizi metodunda da “Çok Yüksek Riskli” olarak bulunmuştur. Pres bölümünde yapılan değerlendirmeler sonucunda çok yüksek olan 2 çevre boyutu her iki risk analizi metodunda da aynı bulunmuştur. Fakat diğer risk seviyeleri farklı çevresel boyutlarda bulunmuştur. Burada da kaynak hattında olduğu gibi her iki risk analizi metodu arasında risk seviyelerinin hesaplamalarında kullanılan katsayılar farklı olduğu için risk önceliklerinde farklılıklar bulunmuştur. Bu risk analiz metodlarında katsayı farklılıkları olduğu için bu beklenen bir durumdur.

Benzer bir çalışmada bir tesise ait tüm riskler, hem Fine Kinney hem de Matris metodu ile hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda, işletmeye ait riskler değerlendirildiği görülmüştür. Bu değerlendirmelerde iki yöntemin risk seviyelerinin farklı olduğu, bazılarının ise aynı risk grubunda çıktığı görülmektedir (Aker, 2019). Fine Kinney metodunda 5 öncelik grubu bulunmaktadır. Ayrıca Fine Kinney metodunda Matris metoduna göre frekans çarpanı da bulunmaktadır. Dolayısı ile Fine Kinney metodunda Matris metoduna göre daha detaylı hesaplama yapılabilmektedir. Buna rağmen “Yüksek Risk” ve “Çok Yüksek Risk” gruplarında aynı çevresel boyutlar görülmüş bu çevresel boyutların risk seviyeleri değişmemiştir yorumu yapılabilir.

4. SONUÇ

Bir otomotiv yan sanayisinde çevresel risklerin değerlendirilmesi, gürültü ve toz maruziyeti değerlendirmesi ile ilgili olarak yapılan bu çalışmada, genel olarak toz parametresinin yasal sınır değerinin çok altında, gürültü ise pres üretim hatlarında sınır değere yakın ancak biraz üstünde bulunmuştur. Kaynak üretim hatlarında, pres üretim hatlarına göre daha yüksek toz ölçülmüştür. Fabrikada alınan önlemlerin etkili olduğu görülmekle birlikte yeni makinelerin ilave edilmesinin gürültü ve toz maruziyetini arttırdığı belirlenmiştir.

Korelasyon analizleri, gürültü kişisel maruziyet parametresi açısından kaynak ile pres bölümü arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Aynı yıl içinde, kaynak ve pres bölümlerindeki dB(A) ve dB(C) değerleri arasındaki korelasyon analizleri de gürültü kişisel maruziyeti ve iç ortamdaki gürültü arasında ilişki olabileceğini göstermiştir. Ancak, tüm yıllarda yapılan analizler, gürültü kişisel maruziyeti ile iç ortamda bulunan ortalama ve pik değerler arasında istatistiksel testler kullanılarak yapılan analizler sonucunda belirli bir güven düzeyinde anlamlı bir bağ bulunmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, kişisel toz maruziyeti ölçümleri ile iç ortamda bulunan ölçüm rakamları arasındaki korelasyon analizleri ile kaynak ve pres bölümlerinde istatistiksel testler kullanılarak yapılan analizler sonucunda bir bağ bulunmadığını ortaya koymuştur. Uygulanan korelasyon analizleri neticesinde, gürültü ve toz parametresi açısından alınacak önlemlerin her bölüme özel olması gerektiği görülmüştür.

Matris ve Fine Kinney yöntemleri kullanılarak yapılan risk analizleri, bu analizlerin fabrikanın çevresel risklerini belirlemek için etkili araçlar olduğunu göstermiştir. Kaynak ve pres

hatlarında yapılan analizlerde, her iki yöntemde de çevresel faktörler içerisinde toz, kaynak teli ve elektrik tüketiminin yüksek riskli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte matris metoduna göre kaynak hattında daha yüksek risk seviyeleri tespit edilmiştir. Özellikle toz, kaynak teli ve elektrik tüketimi boyutları daha yüksektir. Pres hattında ise, her iki yöntemde de gürültü ve elektrik tüketimi boyutları "Çok Yüksek Riskli" olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Covid-19 salgını döneminde enfekte atıkların özellikle kaynak hattında "Önemli Risk" seviyesinde bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, çevresel risk analizlerin belirlenmesinde, olağan dışı durumlar veya beklenmedik etkenlerin de dikkate alınması gerektiğini göstermiştir. Her iki yöntemin de belirli çevresel boyutlarda benzer risk seviyeleri gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, maruziyet çarpanından dolayı önceliklendirme konusunda Fine Kinney daha avantajlı ve biraz daha güvenilir olduğu belirlenmiştir. Çevresel risklerin değerlendirilmesinde farklı metodolojilerin kullanılmasının önemli olduğu ve bu yöntemlerin çalışanların riskleri anlama ve yüksek riskli durumları belirleme konusunda daha etkili bir şekilde eğitilmesini sağlamakta olduğu düşünülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışma özellikle iş sağlığı ve güvenliği ve çevresel risklere karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesi açısından fabrika yöneticilerine değerli bir rehberlik sunmuştur. Gelecekte, benzer risk analizlerinin düzenli aralıklarla yapılması ve sonuçların sürekli olarak gözden geçirilmesi, çalışanların güvenliğini ve iş yerinin çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak açısından önemlidir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması yahut herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişiyile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

YAZAR KATKISI

Ashhan Katip: Yazma, İnceleme ve düzenleme, Görselleştirme, İnceleme metodolojisi, Araştırma, Biçimsel analiz, Orijinal taslak, Denetim, Metodoloji, Kavramsallaştırma.

Ömer Bekman: Yazma, Görselleştirme, Araştırma, Biçimsel analiz, Orijinal taslak, Metodoloji, Kavramsallaştırma.

KAYNAKLAR

1. Aker, A. (2019) İş Sağlığı ve Güvenliğinde 5x5 Matris ve Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirme ve Metal Sektöründe Uygulanması, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya. doi:10.33720/kisgd.630799
2. Anonim. (2005) Akustik- İş Yerinde Maruz Kalman Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini, *TS 2607 ISO 1999 Standardı*, (2005, 12 Nisan).
3. Anonim. (2013) Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmî Gazete (Sayı: 28721).
4. Anonim. (2024) <https://svantek.com/products/sv-104-personal-noise-dosimeter/> Erişim Tarihi: 02.05.2024, Konu: *Svantek SV104 Ölçüm cihazı*.
5. Arda, M. M. (2008) Risk Assessment for A Denim Manufacturing Plant in Turkey, *Master's Thesis*, Middle East Technical University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.
6. Aydınoglu, A. U., ve Özdemir, B. E. (2022) Yeşil Mutabakat: Tarihçe ve akademik araştırmaların incelenmesi, *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 11(2), 107-121. doi:10.47934/tife.11.02.02

7. Baskak, M. ve Mihçioğlu, E. (2010) Otomotiv Endüstrisinde Ana Firma Tedarikçi İlişkileri ve Bir Anket Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
8. Bekman, Ö. (2024) Otomotiv Endüstrisinde Çevresel Risklerin Bazı Parametreler Açısından Analizi ve Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
9. Bixio, D., Parmentier, G., Rousseau, D., Verdonck, F., Meirlaen, J., Vanrolleghem, P. A. ve Thoeve, C. (2002) A quantitative risk analysis tool for design/simulation of waste water treatment plants, *Water Science and Technology*, 46(4-5), 301-307. doi:10.2166/wst.2002.0611
10. Chen, L.L., Kang, H.C. ve Hung W.K. (2007) Is Effects of Design Features on Automobile Styling Perceptions, *International Association of Societies of Design Research*, Hong Kong.
11. Çarıkçı, M.N. (2005) İş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılması gerekli kontroller ve düzenlenecek belgeler, *İş Güvenliği Uzmanlık Eğitimi Notları*, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İSG Genel Müdürlüğü, Ankara.
12. Delogu, M., Zanchi, L., Maltese, S., Bonoli, A. ve Pierini, M. (2016) Environmental and economic life cycle. Assessment of a light weight solution for an automotive component: A comparison between talc-filled and hollow glass microspheres-rein forced polymer composites, *Journal of Cleaner Production*, 139, 548-560. doi:10.1016/j.jclepro.2016.08.079
13. Diekmann, J. E. (1997) Risk Analysis for Environmental Remediation Projects: A Comprehensi ve Approach, *Cost Engineering*, 39(8), 38.
14. Ersoy, Z., Barışık, T., Petridis, G. (2022) Tekstil Sektöründe Çalışanların Toz ve Gürültü Maruziyetlerinin Değerlendirilmesi, *Journal of Medical Sciences*, 3(1), 49-58. doi:10.46629/JMS.2022.64
15. Ikwan, F., Sanders, D. ve Hassan, M. (2021) Safety evaluation of leak in a storage tank using fault tree analysis and risk matrix analysis, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 73, 104597. doi: 10.1016/j.jlp.2021.104597
16. Işığçok, E. (2022) *Çıkarımsal İstatistik*, Sentez Yayınları, Bursa.
17. Khan, S. Z. A. (2011) Tecnology Transfer Effectiveness Through International Joint Ventures to Their Component Suppliers: A Study of The Automotive Industry of Pakistan, *Doktora Tezi*, Birmingham Business School College of Social Sciences University of Birmingham, Pakistan.
18. Kimura, F. (2006) Issues in Styling and Engineering Design, *Annals of the CIRP Keynote Papers*, 46(2), 527-534. doi:10.1016/S0007-8506(07)60878-6
19. Kinney, G. F. ve Wiruth, A. D. (1976) *Practical risk analysis for safety management*, Naval Weapons Center, China Lake CA.
20. Özkılıç, Ö. (2005) İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri, *TİSK Yayınları*, 336, Ankara.
21. Puri, P., Compston, P. ve Pantano, V. (2009) Life cycle assessment of Australian automotive doorskins, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(5), 420-428. doi:10.1007/s11367-009-0103-7

22. Ribeiro, I., Pecas, P., Silva, A. ve Henriques, E. (2008) Life cycle engineering methodology applied to material selection, a fender case study, *Journal of Cleaner Production*, 16(17), 1887-1899. doi:10.1016/j.jclepro.2008.01.002
23. Sørensen, M., Pershagen, G., Thacher, J.D., Lanki, T., Wicki, B., Rööslü, M., Vienneau, D., Cantuaria, M.L, Schmidt, J.H, Aasvang, G.M, Al-Kindi, S., Osborne, M.T., Wenzel, P., J Sastre, J., Fleming, I., Schulz, R., Hahad, O., Kuntic, M., Zielonka, J., Sies, H., Grune, T., Frenis, K., Münzel, T. ve Daiber, A. (2024) Health position paper and redox perspectives – Disease burden by transportation noise, *Redox Biology*, 69, 102995. doi:10.1016/j.redox.2023.102995
24. Sullivan, J. L., Burnham, A. ve Wang, M. Q. (2013) Model for the Part Manufacturing and Vehicle Assembly Component of the Vehicle Life Cycle Inventory, *Journal of Industrial Ecology*, 17(1), 143-153. doi:10.1111/j.1530-9290.2012.00515.x
25. Tongyuan, L., Chao, W. ve Lixiang, D. (2018) Fishbonediagramand risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gass pherical tank, *Journal of Cleaner Production*, 174, 296-304.
26. Topal, G. (2021) Uşak Üniversitesi Kimya Laboratuvarlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi: L Tipi Matris ve Fine Kinney Metodu Karşılaştırması, *Yüksek Lisans Tezi*, Uşak Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak.
27. Vanalle, R. M., Ganga, G. M. D., Godinho, M. ve Lucato, W. C. (2017) Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance with in the Brazilian automotive supply chain, *Journal of Cleaner Production*, 151, 250-259. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.066