

ISO 31000 Risk Yönetimi Çerçevesi ve ALARP İlkesi Kullanılarak Yeni Bir Gıda İşleme Tesisinin Risklerinin Değerlendirilmesi

Betül KARA¹, Minel CANBAZ², Ezgi Sude DOĞAN³, Ertuğrul AYYILDIZ^{4*}

Öz

Risk analizi ve yönetimi, işletmelerin karşılaşılabilecekleri olası tehlikeleri belirleyerek bu risklere etkin bir şekilde yanıt verme sürecidir. Risk analizi ve yönetimi, organizasyonların daha iyi kararlar vermesini, operasyonel verimliliği artırmasını ve kriz durumlarına hazırlıklı olmasını sağlar. Ayrıca, risklerin önceden belirlenmesi ve uygun önlemlerin alınması, finansal kayıpların azaltılmasına ve itibarın korunmasına yardımcı olur. Aynı zamanda, kriz durumlarına hazırlıklı olmayı ve itibarın korunmasını sağlar. Bu süreç, riskleri tanımlama, analiz etme, önceliklendirme ve uygun önlemleri alma adımlarını içerir. Risk analizi, organizasyonun faaliyetleri ve hedefleri dikkate alınarak potansiyel tehlikelerin belirlenmesini sağlar. Ardından, riskler önceliklendirilerek en yüksek önceliğe sahip olanlara öncelik verilir ve riskleri azaltmak veya ortadan kaldırmak için uygun önlemler alınır. Bu çalışmada yeni bir gıda işleme tesisi için risk analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda tesisin karşılaşması muhtemel riskler belirlenmiştir. Belirlenen riskler iş sağlığı ve güvenliği açısından olabileceği gibi yeni bir tesis üzerine çalışılması sebebiyle sektörden kaynaklanan riskler de olabilir. Çalışma kapsamında literatürde bulunan çeşitli risk değerlendirme yöntemlerine başvurulmuştur ve elde edilen sonuçlar ile hedeflendiği gibi risklerin yönetilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Risk analizi ve yönetimi, ALARP ilkesi, FMEA, FTA

Assessment of Risks for a New Food Processing Facility Using the ISO 31000 Risk Management Framework and ALARP Principle

Abstract

Risk analysis and management is the process of identifying potential hazards that businesses may face and responding effectively to these risks. Risk analysis and management enables organisations to make better decisions, increase operational efficiency and be prepared for crisis situations. In addition, identifying risks in advance and taking appropriate measures helps to reduce financial losses and protect reputation. It also ensures preparedness for crisis situations and protection of reputation. This process includes the steps of identifying, analysing, prioritising and taking appropriate measures. Risk analysis enables potential hazards to be identified, taking into account the activities and objectives of the organisation. Risks are then prioritised and those with the highest priority are prioritised and appropriate measures are taken to reduce or eliminate risks. In this study, a risk analysis application was carried out for a new food processing plant. In this context, the risks that the facility is likely to encounter have been identified. The identified risks may be in terms of occupational health and safety, as well as risks arising from the sector due to the work on a new facility. Within the scope of the study, various risk assessment methods in the literature were applied and the results obtained were used to manage the risks as targeted.

Keywords: Risk assessment and management, ALARP principle, FMEA, FTA.

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Trabzon, Türkiye, karabetul661@gmail.com

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Trabzon, Türkiye, mnl.cnbz@gmail.com

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Trabzon, Türkiye, ezgisuded@gmail.com

⁴ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Trabzon, Türkiye, ertugrulayildiz@ktu.edu.tr

¹<https://orcid.org/0009-0007-8707-8992>

²<https://orcid.org/0009-0000-1084-0415>

³<https://orcid.org/0009-0008-8923-5143>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6358-7860>

1. Giriş

Risk yönetimi, günümüzün karmaşık iş dünyasında ve organizasyonlarda kritik bir öneme sahiptir (Power, 2004). Her tür işletme veya organizasyon, hedeflerine ulaşma yolunda karşılaştığı beklenen veya beklenmeyen durumlarla başa çıkmak zorundadır. Bu bağlamda, risk kavramı, organizasyonların başarısızlık olasılıklarını değerlendirmelerine ve olumsuz sonuçları minimize etmeye çalışmalarına rehberlik eder (Hopkin, 2017). Risk, genellikle bir olayın veya faaliyetin istenen sonuçlardan sapma olasılığı olarak tanımlanır. Bu sapma, organizasyonun hedeflerine ve faaliyetlerine etki edebilir. Riskler, olumsuz sonuçlar içeren kayıpları veya olumlu sonuçları içeren fırsatları içerebilir. Riskler pek çok biçimde olabilir hem olumsuz sonuçları içeren kayıpları hem de olumlu sonuçları içeren fırsatları ifade edebilir (Gjerdrum ve Peter, 2011).

Gıda işleme sektörü, hem işletme açısından hem de tüketiciler açısından büyük bir öneme sahiptir (Wilkinson, 2012). Gıda işleme tesislerinin işleyişi, kalite, güvenlik ve sürdürülebilirlik gibi faktörlere dayanırken, bir dizi riskle karşı karşıyadır. Finansal risklerden işletme süreçlerine, teknolojik sorunlardan hukuki zorluklara kadar birçok farklı risk alanı bu sektörü etkileyebilir. Bu bağlamda, gıda işleme tesislerinin risklerini belirleme, değerlendirme ve yönetme süreçlerini ele almak ve ISO 31000 ve ALARP (As Low As Reasonably Practicable), ilkesi gibi önemli yönetim araçlarının nasıl kullanılabileceğini belirlemek önemlidir. Bu çerçevede, organizasyonların sürdürülebilirliklerini artırmak ve risklere daha etkili bir şekilde yanıt vermek için kullanılan önemli bir yaklaşımdır. Bu makalenin amacı, gıda işleme tesislerinin karşılaştığı riskleri anlamalarına ve yönetmelerine yardımcı olmaktır.

Gıda işleme sektörünün hem iş dünyasında hem de tüketiciler arasında büyük bir öneme sahiptir. Gıda işleme tesislerinin işleyişi, gıda güvenliği, kalite standartları ve çevresel sürdürülebilirlik gibi kritik faktörlere dayanır. Bu faktörler, gıda işleme tesislerinin karşılaştığı çeşitli riskleri etkileyebilir. Özellikle gıda endüstrisinde, ürün kalitesini koruma, tüketici güvenini sürdürme ve yasal düzenlemelere uyum sağlama gibi öncelikli hedeflerin korunması gerekmektedir (Wang ve Alexander, 2018).

Wang vd. (2022) Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanarak gıda ürünleri özelinde risk ataması yapmış ve en riskli ürünleri tespit etmişlerdir. Soltanali vd. (2023) gıda işleme tesislerinde risk ve güvenilirlik modellerini inceleyerek ve arıza davranış eğilimlerine dayalı yeni bir çerçeve kullanarak teorilerini geliştirmişlerdir. Hata Modu ve Etki Analizi (FMEA) ve Hata Ağacı Analizi (FTA) gibi risk tabanlı yaklaşımlar kullanılarak potansiyel arızaları belirlemişlerdir. Kurt ve Ozilgen (2013) süt ürünlerinin risk analizi için FMEA yöntemi uygulamışlardır. Arvanitoyannis ve Varzakas (2008) somon endüstrisine FMEA uygulamasını ISO 22000 ile bağlantılı olarak uygulamışlardır. Ayrıca ISO 22000 analizinin HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point -

Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları) ile karşılaştırılması somon işleme ve paketleme üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu bağlamda, risk yönetimi, gıda işleme tesislerinin başarısını etkileyen kritik bir bileşen haline gelir. Bu çalışmanın temel amacı, yeni bir gıda işleme tesisi kurma veya mevcut bir tesisin işleyişini iyileştirme sürecinde karşılaşılabilecek riskleri anlamak ve etkili bir risk yönetimi stratejisi geliştirmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için ISO 31000 Risk Yönetimi Çerçevesi ve ALARP İlkesi gibi uluslararası standartları kullanarak risk değerlendirmesi yapılacaktır.

Gıda işleme tesislerinin iş sürekliliğini sağlamak ve olası risklere hazırlıklı olmalarını sağlamak günümüz dünyasında oldukça önemlidir. İş sürekliliği ve risk azaltma stratejileri, tesislerin müşteri memnuniyetini ve pazar rekabetçiliğini korumasına yardımcı olur. Bu nedenle, bu araştırma, gıda işleme tesislerinin risk yönetimi pratiğini geliştirmelerine katkıda bulunmayı hedefler. ISO 31000 ve ALARP İlkesi, bu amaç doğrultusunda kullanılan önemli araçlardır. Bu standartlar, organizasyonlara risk yönetimi süreçlerini daha sistematik ve etkili bir şekilde uygulama fırsatı sunar. Bu çalışma, bu iki kritik yaklaşımın gıda işleme tesislerinin risk yönetimi pratiğindeki uygulanabilirliğini ve etkisini incelemeyi amaçlar.

2. Risk Kavramı ve Tanımı

Risk, organizasyonlar, işletmeler ve bireyler için hayatın ayrılmaz bir parçasıdır. Risk, bir olayın veya faaliyetin beklenen sonuçlardan sapma olasılığı olarak tanımlanır. Özellikle iş dünyasında, risk terimi, bir organizasyonun hedeflerini veya iş sürekliliğini tehdit edebilecek durumların olasılığını ifade eder. Riskler, hem olumsuz sonuçları içeren kayıpları hem de olumlu sonuçları içeren fırsatları içerebilir.

Riskler, organizasyonlar ve işletmeler için farklı biçimlerde ortaya çıkabilir (Karaçar, 2000). Öncelikle, organizasyonların hedeflerini başarısızlığa uğratma veya olumsuz sonuçlar doğurma olasılığı olarak düşünülebilir. Örneğin, finansal bir kuruluş için risk, ekonomik dalgalanmalar nedeniyle mali kayıpların yaşanma ihtimalini ifade edebilir. Aynı zamanda, riskler pozitif sonuçları içerebilir; örneğin, yeni bir pazar fırsatı yakalama olasılığı da bir tür risk olarak kabul edilebilir. Risk kavramı, iş dünyasında ve organizasyonlarda çeşitli boyutlarda karşımıza çıkar. Bu boyutlar, finansal, operasyonel, teknolojik, çevresel ve stratejik riskler gibi çeşitli alanları içerebilir. Örneğin, finansal riskler, bir organizasyonun mali performansını etkileyen dalgalanmaları içerirken, teknolojik riskler organizasyonların bilgi sistemlerinin güvenliğini tehdit edebilir. Organizasyonlar, bu farklı risk türleriyle başa çıkmak için risk yönetimi stratejileri geliştirirler.

Risk yönetimi, organizasyonların riskleri anlama, öncelik verme ve uygun önlemleri belirleme sürecini içerir. Bu süreç, risklerin analiz edilmesi, değerlendirilmesi ve etkili önlemlerin alınmasını

içerir. Risk yönetimi, organizasyonların stratejik hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olurken aynı zamanda potansiyel risklere karşı hazırlıklı olmalarını sağlar. Yaygın risk türlerinden bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Finansal Risk: Finansal piyasalardaki dalgalanmalar, faiz oranları, döviz kurları ve yatırım değerlerindeki değişiklikler gibi faktörler nedeniyle ortaya çıkan, bir kuruluşun finansal performansı ile ilgili risklerdir (de Goede, 2004).

Operasyonel Risk: İşletme süreçleri, iç kontroller, iş gücü, teknoloji, hatalı işlemler veya dışsal etkenler nedeniyle ortaya çıkan risklerdir. Operasyonel risk, operasyonel sürekliliği, itibar kaybını ve maliyetleri etkileyebilir (Moosa, 2007).

Piyasa Riski: Finansal varlıkların değerinin pazar koşullarına bağlı olarak değişmesi sonucu ortaya çıkan risktir. Piyasa riski, hisse senetleri, tahviller, emtialar gibi finansal araçların değerinin dalgalanmasıyla ilişkilidir (Giot ve Laurent, 2003).

Teknolojik Risk: Teknolojik altyapı, bilgi sistemleri, veri güvenliği, siber saldırılar ve veri kaybı gibi teknolojiyle ilgili risklerdir. Bu riskler, organizasyonların bilgi teknolojisi sistemlerinin güvenliğini, veri bütünlüğünü ve iş sürekliliğini etkileyebilir (Covello, 1983).

Hukuki Risk: Yasal düzenlemelerin ihlali, hukuki anlaşmazlıklar, dava riskleri ve uyumluluk konularında ortaya çıkan risklerdir. Bu riskler, maliyetli yasal işlemlere, para cezalarına veya itibar kaybına yol açabilir (Pritchard, 2018).

İtibar Riski: Bir organizasyonun veya bireyin itibarını etkileyen risklerdir. Olumsuz medya haberleri, kötü müşteri deneyimi, etik dışı uygulamalar veya kalite sorunları gibi faktörler, itibarın zarar görmesine ve müşteri güveninin sarsılmasına neden olabilir (Eckert, 2017).

Çevresel Risk: Çevresel faktörler, iklim değişikliği, doğal afetler, çevresel kirlilik ve sürdürülebilirlikle ilgili faktörlerden kaynaklanan risklerdir. Bu riskler, çevresel etkilerin organizasyonlar üzerindeki potansiyel sonuçlarını içerir (Ayyıldız, 2021).

Risk analizi ise bir riskin doğası, olasılığı ve etkisi hakkında bilgi toplama, analiz etme ve değerlendirme sürecidir. Risk analizi, bir organizasyonun veya bireyin risklerini anlama, önceliklendirme ve uygun önlemleri belirleme sürecinde kullanılır.

Risk analizi genellikle şu adımları içerir: Riskin tanımlanması, riskin olasılığının belirlenmesi, riskin etkisinin belirlenmesi, riskin değerlendirilmesi, önlemlerin belirlenmesi (Usman ve Kaygusuz, 2019).

Risk tanımlanması: İncelenen faaliyet veya olayla ilişkili olası riskler tanımlanır. Bu adım, potansiyel tehlikelerin veya belirsizliklerin belirlenmesini içerir. Risk analizi, organizasyonlara veya bireylere riskleri belirleme, önceliklendirme ve risk yönetimi stratejileri geliştirme konusunda rehberlik eder. Bu analizler, potansiyel risklere karşı hazırlıklı olmayı sağlar ve kaynakların etkili bir şekilde yönlendirilmesini destekler.

3. Materyal ve Metot

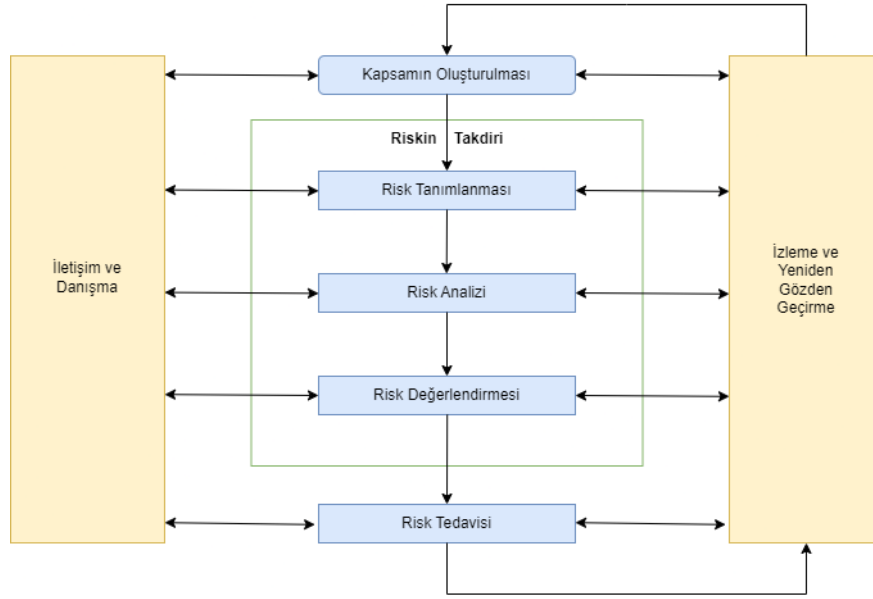
ISO 31000 Standardı, risk yönetimi alanında ISO kurumu tarafından yayınlanmış uluslararası bir standarttır (Uysal, 2021). Standart, risk yönetimi ile ilgili genel metodoloji ve kuralları sağlamayı amaçlar.

ISO 31000 Risk Yönetimi Standardı, işletmelerin risk yönetimi çalışmalarına standart oluşturması amacıyla ilk olarak 2009 yılında yayınlanmıştır ve 2018 yılında revize olmuştur. Standart, işletmelere; risklerini etkin ve etkili bir şekilde tanımlayabilme, risklerini minimize edecek etkili stratejiler geliştirebilme, riskleri anlama ve geliştirme yönünde adımların desteklendiği bir yönetim kültürü, risklerini izleme ve yönetmenin önemini farkında bir organizasyon yapısının geliştirilebilmesi gibi faydalar sağlamaktadır (Koç ve Sevim, 2021)

ISO 31000 Standardı: Risk Yönetim Sisteminin Faydaları:

- Risk Farkındalığını Artırma
- Karar Verme Süreçlerini Destekleme
- Risklerin Önceliklendirilmesi
- İyileştirilmiş Performans ve Verimlilik
- İtibar ve Güvenin Korunmasını Sağlama
- Süreçlere Uyum Sağlama

ISO 31000 Risk Yönetimi Standardının adımlarının genel şematik gösterimi Şekil 1’de gösterildiği gibidir (Baysan, 2019). ISO 31000 Risk Yönetimi kapsamında çalışılması durumunda ilk olarak çalışmanın kapsamının belirlenmesi gereklidir. Daha sonra risklerin tanımlanması ve bu riskler için analiz ve değerlendirme adımlarının uygulandığı Şekil 1’de görülmektedir (Baysan, 2019) Analiz ve değerlendirme adımlarında Hata Ağacı Analizi-Fault Tree Diagram (FTA), Olay Ağacı Analizi-Event Tree Analysis (ETA), Hata Türü ve Etkileri analizi-Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi-Hazard and Operability Analysis (HAZOP) gibi çeşitli teknik yöntemlerden faydalanmak mümkündür. Son adım olarak da analiz ve değerlendirme adımlarından elde edilen sonuçlardan yola çıkarak iyileştirme önerilerinde bulunulur. İletişim ve danışma süreci ve izleme ve yeniden gözden geçirme süreçlerinin çalışmanın her adımında bulunduğu söylenebilir.



Şekil 1. ISO 31000 uygulama adımları şematik gösterimi

Risk yönetimi sürecinin tüm aşamalarında dış ve iç paydaşlarla iletişim kurulmalı ve gerek duyulursa danışmanlık hizmeti alınabilir (Baysan, 2019). Bu sebeple iletişim ve danışma adımının planlanması diğer adımlardan önce yapılmalıdır. Riskin gerçekleşme durumu, sebepleri ve sonucunda gerçekleşecek olaylar ve riskler için alınması gereken önlemler üzerine yapılacak çalışmalar için son derece gerekli bir adımdır. Risk yönetimi sürecinin sorunsuz ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için iletişim ve danışma adımının iç ve dış olacak şekilde her adımda uygulanması şarttır. Gerekli görülmesi durumunda iş birliği içinde bulunmuş bir danışma ekibinin yapması gerekenler şunlar olabilir:

- Doğru bir kapsam oluşturulmasını sağlamak;
- Paydaşların çıkarlarının anlaşılmasını ve dikkate alınmasını sağlamak;
- Doğru ve sorunsuz risk tanımlamaları sağlamak;
- Risk analizi adımı içerisinde diğer uzmanlık alanlarında faydalanmak;
- Risk analizi ve değerlendirme adımlarında farklı görüşlerden faydalanmak;
- İyileştirme önerilerinin uygulanması sürecinde destek ve rehberlik sağlamak;
- İç ve dış iletişimi profesyonel bir şekilde gerçekleştirmek.

Kapsamın oluşturulması, kuruluş hedeflerini ifade eder, riski yönetirken göz önünde bulundurulacak dış ve iç parametreleri tanımlar ve kalan süreç için kapsam ve risk kriterlerini belirler (Baysan, 2019). Bundan sonraki adımlarda, belirlenmiş parametrelerden hareketle uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Özellikle bir sonraki adım olan risk tanımlaması sürecinde kapsama uygun tanımlamalar yapılması daha sonraki süreçlerde de kapsama uygunluğun sağlanmasını kolaylaştırır. Risk yönetimi çerçevesinin kapsama göre oluşturulması ve kapsam dışına çıkılmaması önemlidir.

İşletme, risklerin kök nedenlerini, etki alanlarını, süreçte gerçekleşebilecek olayları, nedenlerini ve potansiyel sonuçlarını tanımlamalıdır. Bu adımın amacı, kapsama uygun bir risk listesi oluşturmaktır (Baysan, 2019). Kapsama uygun ancak geniş bir risk tanımlaması, ileriye dönük olarak karşılaşılması muhtemel bütün riskler için önlem alınması açısından önemlidir. İşletmede beklenmedik olaylara karşı hazırlıklı olunmasını sağlayacaktır. Risk tanımlaması için literatürde çeşitli yöntemler bulunmakta ve bu alanda çeşitli çalışma örnekleri bulunmaktadır.

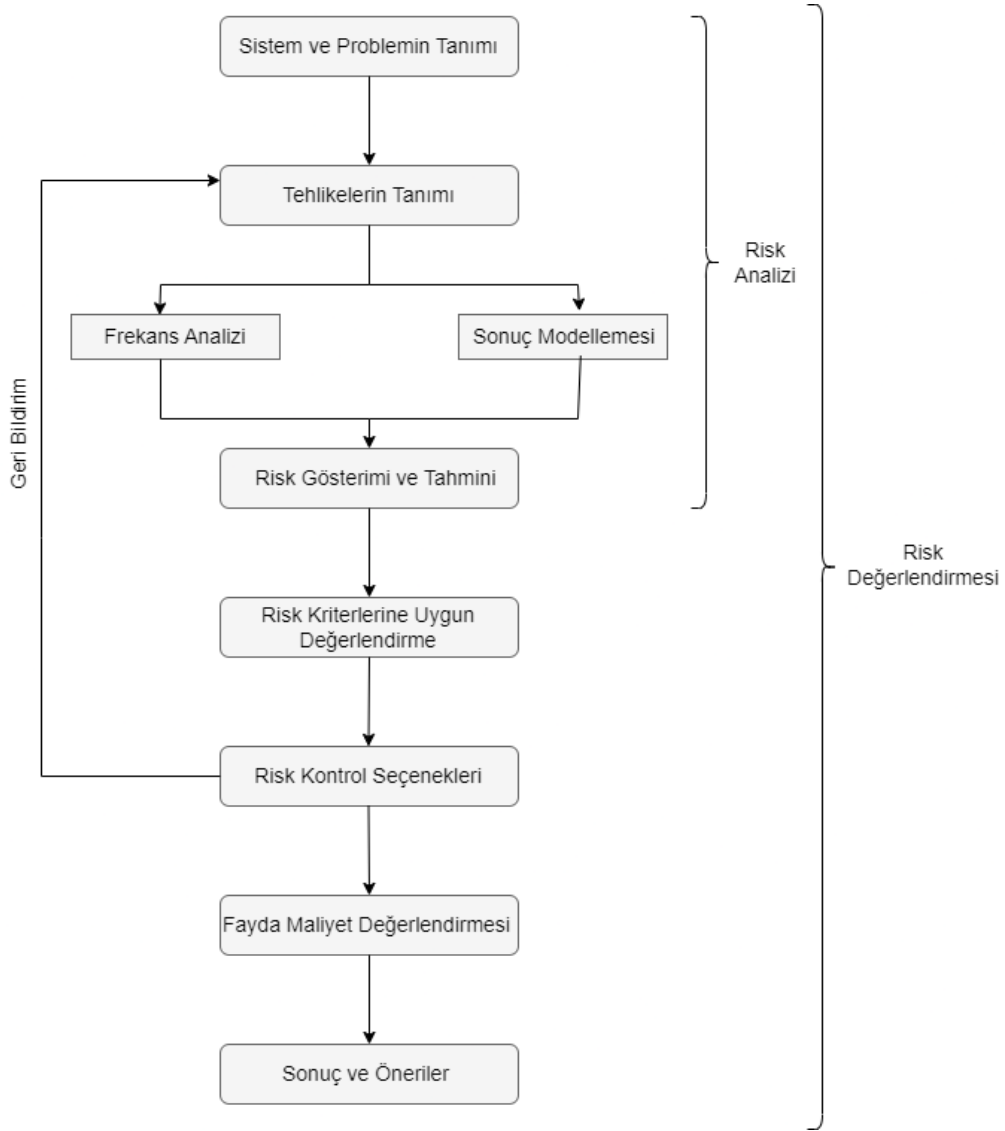
Risk tanımlaması yapıldıktan sonra bu riskler için daha ayrıntılı çalışmalarda bulunan adım risk analizi adıdır. Tanımlanmış risklerin gerçekleşme olasılığı, potansiyel etkileri, sebepleri ve sonuçlarından hareketle risk düzeyi belirlenir. Risk düzeyine göre önlem alınması gerektiği ya da görmezden gelinmesi gerektiği kararına varılabilir (Baysan, 2019).

Risk analizi adımı önlem alınması gereken riskler belirlendikten sonra risk değerlendirme adımı ise alınması gereken önlemler ve işletmede yapılması gereken iyileştirmeler belirlenir. İyileştirmelerin uygulanma sırası ise risklerin seviyelerine göre belirlenir.

Bir sonraki adım iyileştirmelerin yani risk tedavilerinin uygulanmasıdır. Bu süreç döngüsel bir şekilde uygulanmaktadır.

- Risk tedavisinin değerlendirilmesi;
- Risk seviyelerinin tolere edilip edilemeyeceğine karar vermek;
- Tolere edilemezse, yeni bir risk tedavisi oluşturmak;
- Bu tedavinin etkinliğini değerlendirmek

ISO 31000 Risk Yönetimi Standardı kapsamında uygulama adımları Şekil 2’de şematik olarak gösterilmiştir (Barafort vd., 2019; Rampini vd., 2019).



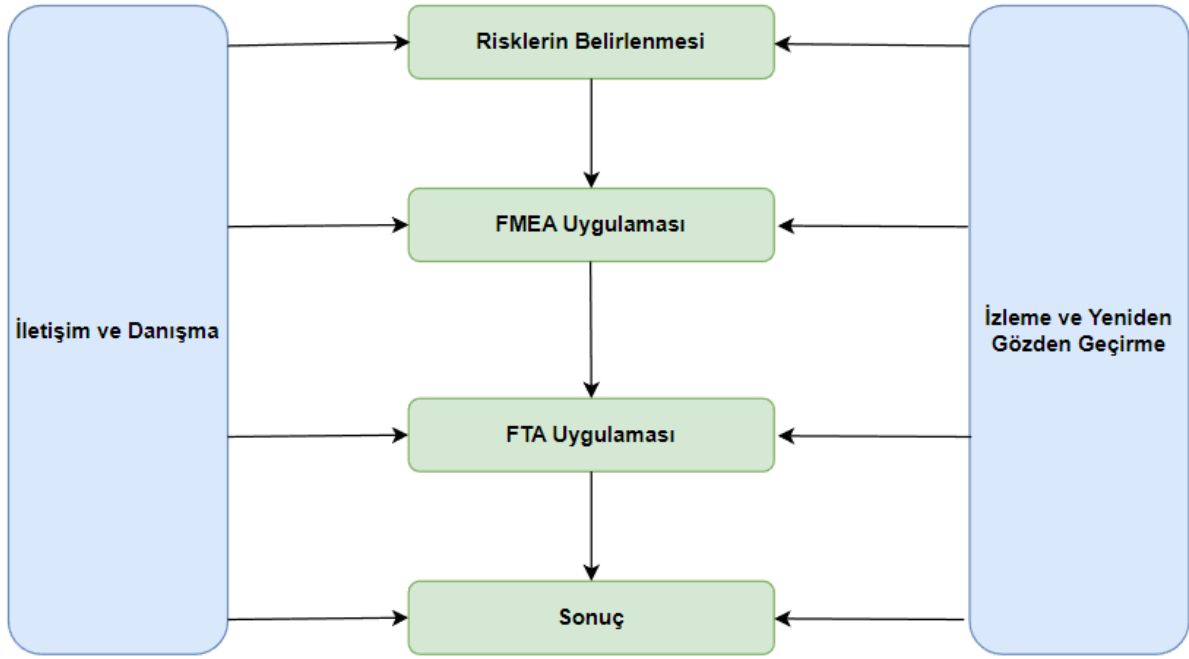
Şekil 2. ISO 31000 risk yönetimi uygulama adımları

İzleme ve yeniden gözden geçirme adımı iletişim ve danışma adımı gibi sürekli olarak uygulanması gereken bir adımdır. Periyodik bir şekilde uygulanmalı ve önceden planlanmalıdır. İzleme yeniden gözden geçirme çalışmaları kayıt altına alınmalı, raporlanmalı ve risk yönetimi çerçevesinin gözden geçirilmesinde bir girdi olarak kullanılmalıdır.

4. Yöntem

Literatürde bulunan çeşitli risk analizi ve değerlendirme metotlarından FMEA ve FTA yöntemleri seçilmiştir ve uygulanmıştır. Daha sonra iyileştirme yapılacak ve önlem alınacak riskin belirlenmesi aşamasında ise ALARP ilkesinden faydalanılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılmasına karar verilen yöntemler ve uygulama sırası Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Uygulanan yöntem akışı

4.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA, bir ürünün veya sürecin potansiyel hata türlerini belirlemek, bu hataların olası etkilerini değerlendirmek ve önleyici veya düzeltici tedbirler almak için kullanılan bir sistematığe verilen isimdir. FMEA, ürün ve süreç tasarımında, kalite kontrol süreçlerinde, risk yönetiminde ve sürekli iyileştirme çabalarında kullanılır.

FMEA, ilk olarak 1949 yılında Amerikan Ordusu için bir güvenilirlik mühendisliği yöntemi olarak geliştirilmiştir. Bu yöntem, uzay ve havacılık sanayisinde kullanılan ve daha sonra diğer endüstriyel uygulamalara yayılan güvenilirlik mühendisliği tekniklerinden biridir. 1950'lerde NASA tarafından uzay programlarındaki riskleri analiz etmek için kullanılmıştır. FMEA, otomotiv endüstrisinde de kullanılmak üzere 1960'larda General Electric tarafından geliştirilmiştir. 1980'lerde ve 1990'larda FMEA, tıp endüstrisi, telekomünikasyon, elektronik ve diğer birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

FMEA'da olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik gibi üç bileşenin çarpımı ile elde edilen RPN (Risk Öncelik Skoru) hesaplanmakta olup RPN değeri olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik değerlerinin çarpılmasıyla bulunur. Burada olasılık, tehlikeli durumun gerçekleşme ihtimalini göstermektedir. Şiddet, tehlikelerin olma ihtimalinde nasıl etki göstereceğini belirlemektedir. Fark edilebilirlik ise tehlikelerin olmadan önce ne kadar saptanabileceğinin göstergesi olarak bilinmektedir. Şiddet, Olasılık ve fark edilebilirlik değerleri sırasıyla Tablo 1, 2, ve 3'te risk skorlarının gruplandırılması ölçeği Tablo 4' te verilmiştir (Ulu ve Şahin, 2020).

FMEA adımları:

1. Arıza modlarının belirlenmesi: Her proses girişi için, girişin hangi şekillerde yanlış gidebileceğini belirleyin.
2. Her hata modu için etkilerin belirlenmesi
3. Şiddet değerlerinin atanması: Her etki için bir önem düzeyi seçin.
4. Her bir arıza modunun potansiyel nedenlerinin belirlenmesi.
5. Olasılık değerlerinin atanması: Her neden için bir oluşum düzeyi seçin.
6. Her neden için mevcut kontrollerin listelenmesi.
7. Tespit edilebilirlik değerlerinin atanması: Her neden için bir algılama düzeyi seçin.
8. RPN'nin hesaplanması: Şiddet * Olasılık * Tespit Edilebilirlik = RPN
9. Yüksek RPN değerlerine öncelik verilerek önerilen eylemlerin geliştirilmesi: sorumlu kişiler görevlendirilir ve harekete geçilir.
10. Önerilen Şiddet, Olasılık ve Tespit Edilebilirlik değerlerinin atanması ve yeni RPN değerlerinin hesaplanması.

Tablo 1. Şiddet ölçeklendirmesi

Şiddet	Açıklama	Puan
Tehlikeli	Emniyetle ilgili arıza, yasalarla uyumsuz bir arıza. Hata herhangi bir ikaz olmadan meydana gelir.	10
Ciddi	Emniyetle ilgili arıza, yasalarla uyumsuz bir arıza. Hata herhangi bir ikazla meydana gelir.	9
Çok Büyük	Üretimin tümü hurdaya ayrılabilir. Ürün kullanılmaz hale gelip temel fonksiyonlarını kaybederler. Müşteri büyük hoşnutsuzluk duyar.	8
Büyük	Ürün/proses üzerinde büyük etki. Ürün kullanılamaz. Üretimin ayıklanması ve bir bölümünün (%100'den az) hurdaya ayrılması gerekir. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.	7
Önemli	Parçanın yeniden işlenmesi/onarılmasına neden olur. Ürün performansının derecesi düşmüştür. Ürün çalışmaktadır fakat kolaylık/rahatlık sağlayan bazı parçalar çalışmaz. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.	6
Orta	Ürün performansı veya proses üzerinde orta şiddette etki. Müşteri ürünün kullanımında bazı rahatsızlıklar duyar. Kolaylık/rahatlık sağlayan bazı parçalar düşük performansla çalışır.	5
Küçük	Ürün performansı veya proses üzerinde küçük şiddette etki. Hata müşteri tarafından fark edilir ve ürün kullanımında bazı rahatsızlıklar yaşanır.	4
Önemsiz	Ürün performansı veya proses üzerinde çok önemsiz etki. Hata müşteri tarafından fark edilir.	3
Çok Önemsiz	Ürün performansı veya proses üzerinde çok önemsiz etki. Hata müşteri tarafından fark edilmez.	2
Etki yok	Ürün performansı veya proses üzerinde hiç etkisi yok.	1

Tablo 2. Olasılık Ölçeklendirmesi

Hatanın Sınıflandırması ve Sıklığı	Kriter	Puan
Çok Yüksek: Kaçınılmaz hata	1/2' den az	10
	1/3	9
Yüksek: Tekrar tekrar hata	1/8	8
	1/20	7
Olası: Ara sıra olan hata	1/80	6
	1/400	5
Düşük: Nispeten az olan hata	1/2000	4
	1/15000	3
Çok Düşük: Olası olmayan hata	1/150000	2
	1/1500000' den düşük	1

Tablo 3. Tespit Edilebilirlik Ölçeklendirmesi

Fark Edilebilirlik Düzeyi	Açıklama	Puan
Fark edilmez	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği mümkün değil	10
Çok az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği çok uzak	9
Az	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği uzak	8
Çok düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği çok düşük	7
Düşük	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği düşük	6
Orta	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği orta	5
Yüksek ortalama	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği yüksek	3
Çok yüksek	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın fark edilebilirliği hemen hemen kesin	1

Tablo 4. Tehlikelerin Risk Puanlarına Göre Kategorileri

Risk Öncelik Skoru (RÖS)	Önlem Kararı
$RÖS < 40$	Önlem almaya gerek yok
$40 \leq RÖS \leq 100$	Önlem alınabilir
$RÖS > 100$	Önlem alınması gereklidir

4.2. Hata Ağacı Analizi (FTA)

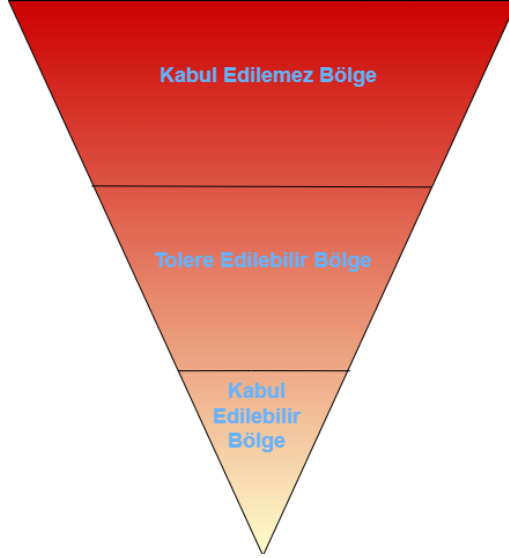
FTA, arıza analizine yönelik yukarıdan aşağıya bir yaklaşım olup, ÜST/TOP olay olarak adlandırılan potansiyel bir istenmeyen olayla (kaza) başlar ve ardından bunun gerçekleşebileceği tüm yolları belirler. Analiz, ÜST olayın bireysel veya birleşik alt düzey arızalar veya olaylardan nasıl kaynaklanabileceğini belirleyerek ilerler. En önemli olayın nedenleri mantık kapıları aracılığıyla "birbirine bağlanır". FTA, risk ve güvenilirlik çalışmalarında nedensel analiz için en yaygın kullanılan tekniktir.

FTA' da üst düzey bir olay veya tehlike tanımlanır ve üst düzey olaya katkıda bulunabilecek alt düzey olaylar veya bileşenler arasındaki mantıksal ilişkileri temsil etmek için ağaç benzeri bir diyagram oluşturulur. Bu, analistin en üst düzey olayın olası nedenlerini belirlemesine ve katkıda bulunan her bir olayın meydana gelme olasılığını değerlendirmesine olanak tanır. En üst düzey olayın genel olasılığı, katkıda bulunan her bir olayın olasılığı birleştirilerek tahmin edilebilir.

4.3. ALARP İlkesi

ALARP (As Low As Reasonably Practicable), risk yönetimi alanında sıklıkla kullanılan bir ilkedir. ALARP ilkesi, risklerin kabul edilebilir seviyelere indirilmesini ve yönetilmesini amaçlar.

ALARP, risk seviyelerinin belirlenmesi ve risk azaltma önlemlerinin alınması için rehberlik eder. Buradan yola çıkarak risk yönetiminin temel anlamda ALARP ilkesine dayanmakta olduğu söylenebilir. ALARP ile tüm risklerin minimize edilebilirliği kapsamında geniş bir pencerede yer almaktadır. ALARP ilkesi, risk değerlendirmelerinde kullanılarak organizasyonların riskleri yönetme stratejilerini belirlemelerine yardımcı olur (Gündoğdu ve Açıkbaz, 2017).



Şekil 4. ALARP ilkesi kategorileri

ALARP ilkesi riski 3 kategoride tanımlamaktadır. Kategorilerin şekilsel gösterimi Şekil 4'te gösterilmiştir (Baybutt, 2014).

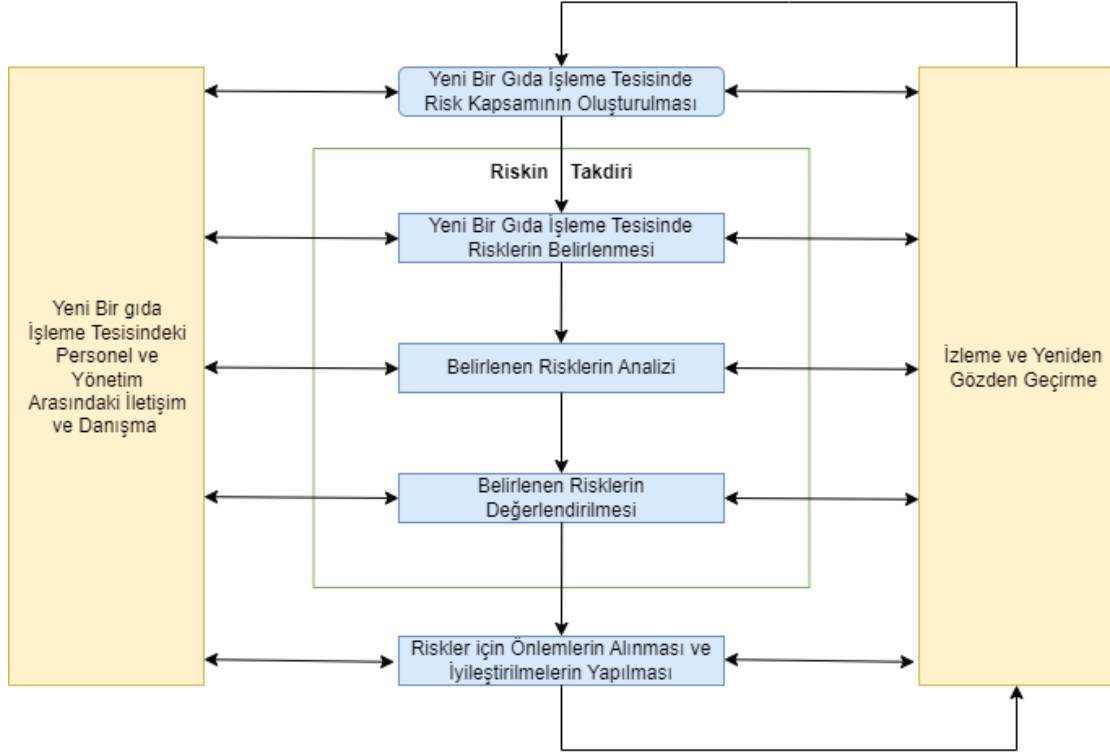
- **Kabul Edilemez Bölge:** Risk değerlendirmesi adımında elde edilen sıralamada üst sıralardaki riskler bu kategoriyi oluşturur. Bu kategorideki riskler acilen ortadan kaldırılmalı ya da bir alt kategoriye girecek şekilde azaltılmalıdır. Pratikte bu riskle devam etmek için çok çok istisnai bir durum olması gerekmektedir.

- **Tolere Edilebilir Bölge:** İnsanların kazançları uğruna tolere edebildikleri risklerdir. Bu kategorideki riskler ilerleyen zamanda ortadan kaldırılabilir ya da bir alt kategoriye girecek şekilde etkileri azaltılabilir.

- **Kabul Edilebilir Bölge:** Riskler, yeterince düşük ve iyi kontrol edilebilir olarak değerlendirilmektedir. Ancak, makul olan uygulanabilir önlemler ile düşürülmelidir. Genel olarak kabul edilebilir riskler, insanların günlük yaşantılarında önemsiz veya önemsiz saydıkları veya var olan ancak pratik hafifleticileri bulunmayan risklerdir.

5. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında Yeni bir gıda işleme tesisi için ISO 31000 Risk Yönetimi standardı uygulanmıştır. Uygulama adımlarının çalışma konusuna uyarlanmış hali Şekil 5'te gösterilmiştir. (de Oliveira vd., 2017)



Şekil 5. Yeni Bir Gıda İşleme Tesisi İçin ISO 31000 Uygulama Adımları

Yeni bir gıda işleme tesisi için ISO 31000 Risk yönetim çerçevesinde kapsam oluşturulacaktır. Bu kapsamda yapılacaklar; tehlikeler ve bunlardan doğan risklerin neler olduğunu belirlemek, riskleri analiz etmek ve bu sonuçlara göre riskleri ortadan kaldırılabiliğini değerlendirmek, önlenemeyecek risklerin zararlarını en aza indirmektir.

Bu kapsamı gerçekleştirirken ALARP ilkesine paralel ilerleyen risklerin genelini içerecek Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Hata Ağacı Analizi (FTA) tüm adımlarıyla uygulanacak ve sonuçlandırılacaktır.

Risk Analizi kapsamında oluşturulan ekip tarafından mühendis, tekniker, teknisyen, işçilerle, iş sağlığı ve güvenliği uzmanı ile toplantı yapılarak, ilgili sorular sorularak yeni gıda işleme tesisinde riskli olabilecek her türlü durum için görüşler alınıp toplanan bilgilerle çalışmalar yürütülmüştür. ISO 31000 de Risk sürecinin her aşamasında kullanılmalı ve süreklilik arz etmelidir.

5.1. Risklerin Belirlenmesi

ISO 31000 Risk Yönetimi standardı kapsamında bağlam belirlendikten sonra bu bağlamda risklerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamada iletişim ve danışma sürecinin önemini görmek mümkündür. Personel ve yönetim arasındaki iletişim ve danışmanın sorunsuz bir şekilde sağlanması durumunda işletme içinde karşılaşılan risklerin eksiksiz ve hatasız belirlenmesi de sağlanmış olur.

- Tehlike 1: Personelin mesleki yetersizliği → Risk 1: Hatalı üretime, iş aksamasına yol açılır.
- Tehlike 2: Ekipman arızaları → Risk 2: İşletme duraklaması ve üretim kaybına yol açar.
- Tehlike 3: Gıda kontaminasyonu → Risk 3: Böyle bir durumda, müşterilerin gıda zehirlenmesi veya enfeksiyon riski olur. Ayrıca işletme prestiji de zarar görür.
- Tehlike 4: Personel yetersizliği → Risk 4: Personelin yetersiz oluşu verilmek istenen hizmet için büyük eksiklik oluşturur.
- Tehlike 5: Yetersiz hijyen uygulamaları → Risk 5: Gıda ürünlerinin kalitesi düşebilir ve müşteri memnuniyetsizliği oluşabilir.
- Tehlike 6: Üretimi yapılmış gıdaların son kullanma tarihlerinin geçmesi → Risk 6: Gıdalar tüketilemez halde gelir, müşteri kaybına yol açar, maddi kayba da yol açar.
- Tehlike 7: Yanlış/Hatalı depolama → Risk 7: Gıdaların bozulmasına yol açar. Müşterilerin sağlığını tehdit eder, işletmeyi zora sokar.
- Tehlike 8: Hammadde sorunları (bozuk, tarihi geçmiş vb.) → Risk 8: Gıda üretiminde müşterilerde enfeksiyon riski artar ve sağlık sorunlarına yol açabilir. Üretim aksatır.
- Tehlike 9: Ekipman yetersizliği → Risk 9: Üretim aksamasına sebep olur. Müşteri ilişkilerinde sorunlara, ürün teslimlerinde gecikmelere yol açar.
- Tehlike 10: Yangın → Risk 10: Gıda işletmesi tesisinde çıkabilecek yangın ile işletme büyük maddi kayıp riski taşır. Üretim aksar, müşteri ilişkileri zarar görür.
- Tehlike 11: İş kazaları → Risk 11: İş kazaları üretim duraklamasına ve termin sürelerinde gecikmelere yol açabilir.
- Tehlike 12: Hammaddelerin yanlış kullanımı → Risk 12: Hammaddelerin yanlış kullanımı, yanlış ürün üretimine, kalite sorununa yol açabilir.
- Tehlike 13: Ürünlerin ambalajlanması ve işaretlenmesinde hatalar → Risk 13: Ambalajlama ve işaretleme hataları ürünlerin bozulmasına neden olabilir, yanlış sevkiyata yol açabilir ve müşteri memnuniyetsizliği yaratabilir.
- Tehlike 14: İşletmedeki havalandırmanın sorunları → Risk 14: İşletmenin kötü kokmasına, gıdalarda bakteri üremesine, işletmede marka zedelenmesine yol açar.

- Tehlike 15: Yönetim sorunları → Risk 15: Birden fazla yönetici olan işletmede işletme içinde kararsızlıklar başlar ve işletmenin itibarını riske sokar. Üretimde zaman kaybı yaratıp karışıklığa sebep olabilir.
- Tehlike 16: Soğutucu/soğuk ürün sorunları → Risk 16: Dondurma veya soğutma cihazları doğru şekilde çalışmaması veya yetersiz oluşu gıdaların bozulması, üretim aksamasına neden olur.
- Tehlike 17: Tedarik zinciri kesintileri → Risk 17: Malzeme ve hammadde eksikliği üretim problemine yol açar.
- Tehlike 18: Ürünlerin sevkiyat sorunları → Risk 18: Ürün teslimlerinde çıkan müşteriye yanlış ürün gönderme gibi durumlar prestij zedelenmesine yol açar.
- Tehlike 19: Kimyasal maddelerin yanlış kullanımı → Risk 19: Ürünlerin hatalı üretilmesine, ürün teslimlerinin gecikmesine yol açar.
- Tehlike 20: Enerji sorunları → Risk 20: Enerji kesintilerinden dolayı işletmede üretim durur. Tekrarlandıkça ve jeneratör ile bu sorun çözülmeye kadar üretimde gecikmeler yaşanır.

5.2. FMEA Uygulaması

Gıda işleme tesislerinde, gıda güvenliği ve kalite standardının sağlanması, işletmenin başarısı ve tüketicilerin güvenini koruma açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, risk değerlendirmesi ve yönetimi süreçleri, potansiyel tehlikeleri tanımlama ve bunlarla başa çıkma stratejileri geliştirme konusunda vazgeçilmezdir. Bir önceki adımda, gıda işleme tesislerinde 20 farklı tehlike tanımlanmıştır. Bu tehlikeler, tesisin faaliyetlerini etkileyebilecek ve gıda ürünlerinin güvenliği ve kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek faktörleri içermektedir. Bu tehlikelerle başa çıkmak ve riskleri azaltmak için bir yöntem olarak, FMEA uygulanmıştır. FMEA, potansiyel tehlikelerin önceliklendirilmesine ve uygun risk azaltma önlemlerinin belirlenmesine yardımcı olan bir sistemdir. İlk adımda, gıda işleme tesislerinde potansiyel tehlikelerin tanımlanması gerçekleştirilmiştir. Bu, işletmenin her aşamasını dikkatle inceleyerek belirlenen 20 tehlikenin belirlenmesini içermiştir. Daha sonra her bir tehlikenin olasılığı ve etkisi FMEA yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu adımda, her tehlikenin gerçekleşme olasılığı ve olası etkileri sayısal bir ölçekte değerlendirilmiştir. Tehlikelerin tespit edilebilirlik seviyeleri uzman mühendislerle görüşülerek belirlenmiştir. Tehlikelerin olasılığı, etkisi ve tespit edilebilirliğinin çarpımı ile risk önceliği sırası belirlenmiştir. Bu, organizasyonun hangi tehlikelere öncelik vermesi gerektiğini belirlemek için kullanılan kritik bir adımdır. FMEA adımlarının uygulanması sonucu elde edilen FMEA tablosu Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. FMEA Uygulaması

Girdi	Potansiyel Arızalar	Potansiyel Etkiler	Ş	Potansiyel Nedenler	O	Mevcut Durum Analizi	T	RPN	Önlem Önerisi	Ş	O	T	RPN
1) Hatalı üretim ve iş aksamaması riski	Ekipman arızası	Maddi hasar	6	Ekipmanların yanlış kullanılması, bakımlarının yetersiz yapılması.	8	Ekipman bakımlarının, kontrollerinin yapılması	5	240	Ekipmanların doğru kullanımı için eğitimlerin verilmesi, ekipman bakımlarının düzenli ve sıklıkla yapılması	4	5	5	100
2) Üretimin durması riski	Personel hatası	Maddi hasar, personel kaybı	5	Yetersiz eğitim, işçi alımında yanlış yol izlenimi	7	Çalışan eğitimleri	6	210	Çalışanların eğitilmesi, işçi alım prosedürünün güncellenmesi ve uygulanması	3	4	6	72
3) Gıda zehirlenmesi riski	Gıda kontaminasyonu	Hastalık ve can kaybı	9	Tesis temizliğinin düzensizliği	5	Tesis temizliğinin uzun aralıklarla yapılması	5	225	Tesis temizliğinin düzenli ve sistematik bir şekilde yapılması, çalışanların hijyenik ekipman kullanması	7	3	5	105
4) Hizmet yetersizliği riski	Personel eksikliği	Marka itibarının zedelenmesi	6	Maddi yetersizlik sebebiyle eksik personel istihdamı	4	Personel alımı	5	120	Tesiste iyileştirmelere gidilerek maddi olarak gelişmek ve yeterli personel alımı	5	2	5	50
5) Ürün kalite düşüklüğü riski	Yetersiz hijyenik koşullar	Kalitesiz, kusurlu ürün üretimi, marka itibarının zedelenmesi	7	Tesis temizliğinin düzensizliği, dikkatsizlik	5	Hijyenik ekipman kullanımı	4	140	Tesis temizliğinin düzenli ve sistematik bir şekilde yapılması, çalışanların hijyenik ekipman kullanması, çalışanların temizlik konusunda eğitilmesi	6	2	4	48
6) Maddi kayıp riski	Son kullanma tarihi geçmiş ürünler	Kalitesiz, kusurlu ürün üretimi, marka itibarının zedelenmesi	6	Planlama hatası	3	Planlama departmanı dikkat eksikliği	4	72	Planlama konusunda yetkin personel alımı	5	1	4	20
7) Gıdaların bozulması riski	Yanlış depolama	Müşterilerin sağlığının tehdit edilmesi	8	Dikkatsizlik, eğitimsizlik	4	Depo kontrol edeni olmaması	5	160	Çalışanların eğitilmesi, enerji kesintisi için önlemler alınması	7	2	5	70

8) Enfeksiyon ve sağlık sorunları riski	Sorunlu hammadde kullanımı	Müşterilerin sağlığının tehdit edilmesi	9	Tedarikçi ile iletişimsizlik, dikkatsizlik	3	Hammadde kullanımının doğru aktarılmaması	6	162	Çalışanların eğitilmesi, tedarikçilerin gözden geçirilmesi	8	2	6	96
9) Ürün teslim gecikmeleri riski	Ekipman yetersizliği	Maddi hasar	4	Yönetimin cimriliği ve yanlış koordinasyon	4	Cihazlar için tedarik ihtiyacı	5	80	Toplu ekipman alımı için tedarikçi bağlantıları kurulması	4	2	5	40
10) Yangın riski	Çalışan dikkatsizliği, elektrik kontak arızası	Maddi hasar	9	Eksik bakım ve dikkatsizlik	3	Düzensiz bakım, yangın söndürme cihaz yetersizliği	8	216	Enerji kaynaklarında bakım-onarım sürelerini sıklaştırmak, haftalık arıza çizelgesi oluşturmak	8	2	8	128
11) İş kazaları riski	Düşme, yanma, kesilme vs.	İşçi yaralanması, üretim duraklaması, maddi hasar	7	Kaygan zemin, keskin kenarlar, yetersiz eğitim	3	Koruyucu giysilerin kullanımı	6	126	Kesici ekipmanların bakımı, koruyucu giysilerin kullanımı, eğitimleri arttırmak	6	2	6	72
12) Yanlış/hatalı hammadde kullanımı riski	Hammaddelerin hatalı kullanımı	Kalitesiz, kusurlu ürün üretimi, marka itibarının zedelenmesi	6	Dikkatsizlik, eğitimsizlik	2	Çalışanların eğitilmesi	5	60	Hammadde kullanım eğitimi vermek ve çalışan önüne kolaylık için aşama tabloları yerleştirmek	4	1	5	20
13) Müşteri memnuniyetsizliği	Ambalajlama hataları	Kalitesiz, kusurlu ürün üretimi, marka itibarının zedelenmesi	2	Dikkatsizlik, eğitimsizlik	4	Ambalajlama bölümü kontrolüne kişi koyulması	4	32	Ambalajlama için kontrol edici kişiler atamak ve sevkiyattan önce doğruluğunu onaylatmak	2	3	4	24
14) Bakteri üremesi riski	Havalandırma sorunları	Müşterilerin sağlığının tehdit edilmesi	7	Eksik bakım ve enerji kesintisi	4	Havalandırma bakım işlemleri	8	224	Cihazların bakımlarını aksatmamak ve belirli bir kullanımdan sonra yenileri ile değiştirmek	6	3	8	144
15) Yönetici anlaşmazlıklarından gelişen riskler	Üretim aksatmaları ve personel memnuniyetsizliği	İşçi memnuniyetsizliği, üretim aksamaları	5	Çıkar çatışmaları	2	Durum değişikliği planlaması	3	30	Bağımsız bir yönetici atamak ve eşit koşullarda öneriler sunmasını sağlamak	4	1	3	12

16) Soğutma cihazlarından oluşan riskler	Gıda bozulmaları	Müşterilerin sağlığının tehdit edilmesi	8	Eksik bakım ve enerji kesintisi	3	Cihaz bakımlarını gerçekleştirme işlemleri	8	192	Cihazların bakımlarını aksatmamak ve belirli bir kullanımdan sonra yenileri ile değiştirmek	6	2	8	96
17) Malzeme ve hammadde eksikliği riski	Tedarik zincirinde kesintiler	Üretim gecikmelerine sebeptir	7	Tedarik planlama hataları	4	Düzensiz tedarik	7	196	Tedarikçi ilişkilerini güçlendirmek ve birden fazla tedarikçi edinmek	5	3	7	105
18) İmaj zedelenmesi riski	Yanlış sevkiyat gerçekleşmesi	İşletmenin müşteri kaybına yol açar.	4	Lojistik planlama hataları	2	Düzensiz sevkiyat	9	72	Sevkiyat çizelge takibi sıklığı arttırmak ve daha dikkatli olmak	4	2	9	72
19) Hatalı ürün üretme riski	Kimyasal maddelerin hatalı kullanımı	İşletmenin mühürlenmesine ve batma ihtimaline yol açar.	8	Dikkatsizlik, eğitimsizlik	2	Yetkin personel alımı	7	112	Kimyasal madde tabloları oluşturmak ve bunlar üzerine işçilere eğitim vermek	6	2	7	84
20) Enerji kesintisiyle olan riskler	Elektrik kesintisi	Üretim gecikmelerinin yanında iş kazalarına sebep olur.	7	Bakım onarım eksikliği, plansızlık	6	Düzenli bakım-onarım	7	294	Bakım-onarım sürelerini sıklaştırmak, haftalık arıza çizelgesi oluşturmak	6	5	8	240

5.3. FTA Uygulaması

Çalışma kapsamında FTA uygulaması süreci için Tablo 5’de 2 numaralı risk olarak verilmiş olan Üretim Durması riski tepe olay olarak seçilmiştir. Bir işletme için en büyük sorunlardan biri üretimin durması riskidir. Ayrıca yeni bir gıda işleme tesisi söz konusu olduğunda bu riskle karşılaşma olasılığı daha yüksek olabilir. Bu durumun çeşitli etkenleri olabilir. Üretim durması riskinin tepe olay olarak seçildiği bir Hata Ağacı Analizi ile bu riskin kök nedenlerine ulaşmak ve alınabilecek önlemlerin önceden belirlenmesi mümkündür. Böylelikle bu riskin etkilerinin olabilecek en düşük seviyeye indirilmesi sağlanmış olacaktır.

Tepe olay 6 farklı olaya veya kapısı ile bağlanmış ve bu olaylar da çeşitli alt olaylara bağlanmıştır. Üretim durması riski için çok çeşitli kök nedenlere ulaşılmıştır. Bunlara örnek olarak güvensizlik, yetersiz planlama çalışmaları, eğitimsizlik, düzensizlik, ihmal, iletişimsizlik ve çıkar çatışması olarak verilebilir ve bu kök nedenlerin tamamı EK’te görülmektedir. Kök nedenler üzerine çalışıldığı ve bu durumların gerçekleşmesi engellendiği takdirde tepe olayın da gerçekleşme ihtimali düşmüş olacaktır. İşletmede çalışanlar için düzenli eğitimler verilmesi ve dikkatsiz davranışları engelleyecek çalışmalarda bulunulması, planlama çalışmalarında daha özverili olunması gibi önlemler alınması önerilebilir.

6. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada, yeni bir gıda işleme tesisinin risk analizi ISO 31000 Risk Yönetimi standardında ve ALARP ilkesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Risk analizi ve yönetimi, bir organizasyonun karşılaşabileceği olası tehlikeleri ve riskleri belirlemek, analiz etmek, değerlendirmek ve bu risklere uygun önlemler alarak yönetmeyi amaçlayan bir süreçtir. Bu amaçla tesisin karşılaşması muhtemel riskler belirlenmiş ve bu riskler üzerinde çalışmalara devam edilmiştir. Risklerin değerlendirilmesi sürecinde FMEA ve FTA yöntemleri kullanılmıştır. Değerlendirme aşaması için literatürde çeşitli yöntemler ve örnek çalışmalar mevcuttur. Belirlenmiş olan riskler için öncelikle FMEA yöntemi uygulanmıştır. Her risk için belirli puanlamalara dayanan bu yöntem sonucunda üzerinde çalışılması gereken riskin hangileri olduğuna karar verilmiştir. ALARP ilkesi gereğince de risklerin kategorilere ayrılması söz konusudur. Bu durumda risklerden 2 tanesi “önlem almaya gerek yok” 4 tanesi “önlem alınabilir” ve kalan 14 tanesi de “önlem alınması gereklidir” grubuna girmiştir. Önlem alınması gereklidir kategorisinde bulunan riskler için acilen önlemlerin alınması ve Risk Skorlarının düşürülmesi önerilmiştir. Ayrıca iyileştirmelerin rutin bir şekilde gerçekleştirilmesi ve Risk Puanlarının sürekli olarak düşürülmesi önerilmektedir. Değerlendirme aşaması için kullanılan bir diğer yöntem ise FTA olmuştur. FTA, arıza analizine yönelik bir yaklaşımdır ve tepe olay olan

arızanın kök nedenini bulmayı amaçlar. Çalışmada, bir tesis için büyük bir sorun olarak görülen üretimin durması riski tepe olay olarak seçilmiş ve buradan hareketle Hata Ağacı Analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Tepe olayın kök nedenlerinin neler olduğu saptanmıştır. Kök nedenler üzerine iyileştirmeler yapılması durumunda tepe olayın gerçekleşme durumunun azaltılması mümkündür. Kök nedenler ile karşılaşılma durumunu minimum hale getirmek için öneriler, işletmede çalışanlar için düzenli eğitimler verilmesi, dikkatsiz davranışları engelleyecek çalışmalarda bulunulması ve planlama çalışmalarında daha özverili olunması gibi belirlenmiştir. Bu önerilerin artırılması ve çeşitlendirilmesi mümkündür.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Arvanitoyannis, I.S., Varzakas, T.H., 2008. Application of ISO 22000 and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for industrial processing of salmon: A case study. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 48, 411–429. <https://doi.org/10.1080/10408390701424410>
- Ayyıldız, E., 2021. Interval valued intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process-based green supply chain resilience evaluation methodology in post COVID-19 era. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 1, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16972-y>
- Barafort, B., Mesquida, A.L., Mas, A., 2019. ISO 31000-based integrated risk management process assessment model for IT organizations, içinde: *Journal of Software: Evolution and Process.* <https://doi.org/10.1002/smr.1984>
- Baybutt, P., 2014. The ALARP principle in process safety. *Process Saf. Prog.* 33. <https://doi.org/10.1002/prs.11599>
- Baysan, F., 2019. İşletmedeki hidroelektrik santrallerde kaza risklerinin değerlendirilmesinde Finne Kinney ve ISO 31000 yöntemlerinin uygulanması.
- Covello, V.T., 1983. The perception of technological risks: A literature review. *Technol. Forecast. Soc. Change* 23. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(83\)90032-X](https://doi.org/10.1016/0040-1625(83)90032-X)
- de Goede, M., 2004. Repoliticizing financial risk. *Econ. Soc.* 33. <https://doi.org/10.1080/03085140410001677120>
- de Oliveira, U.R., Marins, F.A.S., Rocha, H.M., Salomon, V.A.P., 2017. The ISO 31000 standard in supply chain risk management. *J. Clean. Prod.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.054>

- Eckert, C., 2017. Corporate reputation and reputation risk: Definition and measurement from a (risk) management perspective. *J. Risk Financ.* 18. <https://doi.org/10.1108/JRF-06-2016-0075>
- Giot, P., Laurent, S., 2003. Market risk in commodity markets: A VaR approach. *Energy Econ.* 25. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00052-5](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00052-5)
- Gjerdrum, Peter, 2011. The new international standard on the practice of risk management—A comparison of ISO 31000: 2009 and the COSO ERM framework. *Risk Manag.* 31.
- Gündoğdu, F., Açıkbaş, S., 2017. Rayli Sistemlerde Emniyet Standartları ve Makas Otomasyon Sistemine Uygulaması.
- Hopkin, P., 2017. *Fundamentals of Risk Management : Understanding, evaluating and implementing effective risk management, Managing Risks in Commercial and Retail Banking.*
- Karaçar, P., 2000. Türk İnşaat sektöründe ihale sürecine yönelik risk yönetimi kapsamında alan çalışması.
- Koç, K., Sevim, Ş., 2021. Çağdaş Risk Yönetimi Standartları Çerçevesinde Sanayi İşletmelerinde Risk Yönetimi Algısı Üzerine Bir Araştırma (A Research on Risk Management Perception in Industrial Enterprises within the Framework of Contemporary Risk Management Standards). *J. Bus. Res. - Turk* 13. <https://doi.org/10.20491/isarder.2021.1154>
- Kurt, L., Ozilgen, S., 2013. Failure mode and effect analysis for dairy product manufacturing: Practical safety improvement action plan with cases from Turkey. *Saf. Sci.* 55, 195–206. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.01.009>
- Moosa, I.A., 2007. Operational risk: A survey. *Financ. Mark. Institutions Instruments.* <https://doi.org/10.1111/j.1468-0416.2007.00123.x>
- Power, M., 2004. The risk management of everything. *J. Risk Financ.* 5. <https://doi.org/10.1108/eb023001>
- Pritchard, D., 2018. Legal risk, legal evidence and the arithmetic of criminal justice. *Jurisprudence* 9. <https://doi.org/10.1080/20403313.2017.1352323>
- Rampini, G.H.S., Takia, H., Berssaneti, F.T., 2019. Critical success factors of risk management with the advent of ISO 31000 2018 - Descriptive and content analyzes, içinde: *Procedia Manufacturing.* <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.400>
- Soltanali, H., Khojastehpour, M., Torres Farinha, J., 2023. An improved risk and reliability framework-based maintenance planning for food processing systems. *Qual. Technol. Quant. Manag.* 20, 256–278. <https://doi.org/10.1080/16843703.2022.2093565>
- Ulu, M., Şahin, H., 2020. Hata türü ve etkileri analizi tekniği ile bir mühendislik fakültesinde risk değerlendirmesi. *Electron. Lett. Sci. Eng.* 16, 63–76.
- Usman, Ö., Kaygusuz, S.Y., 2019. KURUMSAL RİSK YÖNETİMİNDE UYGULANMASI GEREKEN ADIMLAR. *Muhasebe ve Denetime Bakış* 18, 109–128.
- Uysal, M.C., 2021. ISO 31000 ve COSO Kurumsal Risk Yönetimi Karşılaştırması: Çerçeveleri Anlamak. *Denetim* 11, 55–68.
- Wang, S., Alexander, P., 2018. The factors of consumer confidence recovery after scandals in food supply chain safety. *Asia Pacific J. Mark. Logist.* 30. <https://doi.org/10.1108/APJML-10-2017-0232>
- Wang, Y., Zhang, X., Sun, Q., Xie, M., Luo, W., Chen, Z., 2022. Comprehensive Risk Assessment of Food-related Products Based on Supervision and Sampling Inspection. *Sci. Technol. Food Ind.* 43, 18–26. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022010082>
- Wilkinson, J., 2012. The food processing industry, globalization and developing countries, içinde: *The Transformation of Agri-Food Systems: Globalization, Supply Chains and Smallholder Farmers.* <https://doi.org/10.4324/9781849773331>