

Deprem Bölgesinde Bulunan Bir Hazır Beton Santralinde Risk Değerlendirmesi

Meryem Merve DEMİRDÖĞEN¹, Saliha ÇETİNYOKUŞ^{2*}

Öz

Hazır beton sektörü inşaat sektörünün hız kazanmasıyla birlikte öne çıkmış ve Türkiye’de son yıllarda önemli büyüme kaydetmiştir. Bu büyümeyle birlikte üretim ve çalışan işçi sayısı artmış sektöre özel iş sağlığı ve güvenliği önem kazanmıştır. Hazır beton sektörü imalatı, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği’nde tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Hazır beton sektörü iş güvenliği açısından kendine özgü risklere sahiptir. Bu sektörde çalışanlar hazır betonun üretimi aşamasında özellikle toz ve kimyasallar gibi faktörlerle karşı karşıya kalmaktadır. Dolayısıyla iş güvenliğini sağlamak sektör için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı deprem bölgesinde bulunan bir hazır beton santralinde üretim aşamasında karşılaşılabilecek tehlikeler ve risklerin değerlendirilmesidir. Bu amaçla, ön tehlike listesi, ön tehlike analizi ve Fine Kinney metodu kullanılarak risk değerlendirme yapılmıştır. Ön tehlike listesi analizinde 27 tehlike ve ön tehlike analizinde 34 tehlike belirlenmiştir. Fine Kinney metodu ile 38 risk tespit edilmiş ve derecelendirilmiştir. Tehlikelerin nedenleri, etkileri, riskler, başlangıç ve önlem sonrası risk indeksleri belirlenmiş öneriler sunulmuştur. İlgili işletmede olası risk derecesine sahip risklerin en fazla olduğu belirlenmiştir. Risk değerlendirmesinde işletmenin deprem fay hattı üzerinde bulunması ve fonksiyonel kapasite ve farklılıklarının dikkate alınmasının önemi görülmüştür. İSG eğitim yetersizliği, işe uygun olmayan kişilerin çalıştırılması ve gürültünün önemli risk arz ettiği bir kez daha belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler :Hazır beton santrali, iş sağlığı ve güvenliği, ön tehlike listesi, ön tehlike analizi, Fine Kinney.

Risk Assessment in a Ready-Mixed Concrete Plant Located in the Earthquake Zone

Abstract

Ready-mixed concrete sector came to the fore with the acceleration of the construction industry and has made significant growth in recent years in Turkey. With this growth, the number of production and working workers increased and the sector-specific occupational health and safety gained importance. Ready-mixed concrete production is in the dangerous class in the Workplace Hazard Classes Notification on Occupational Health and Safety. Ready-mixed concrete sector has its own risks in terms of occupational safety. Employees in this sector are faced with factors such as dust and chemicals during the production of ready-mixed concrete. Therefore, ensuring occupational safety is an important problem for the industry. The aim of the study is to evaluate the dangers and risks that may be encountered during the production stage of a ready-mixed concrete plant located in an earthquake zone. For this purpose, risk assessment was made using the preliminary hazard list, preliminary hazard analysis and Fine Kinney method. 27 hazards in the preliminary hazard list analysis, 34 hazards in the preliminary hazard analysis and 38 risks with the Fine Kinney method

¹ 1Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması, 06560, Ankara

² 2Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, 06570, Ankara

*İlgiliyazar / Corresponding author: salihakilicarslan@gazi.edu.tr

were identified and graded. Causes and effects of hazards, risks, initial and post-measure risk indexes were determined and recommendations were made. It was determined that the risks with the possible risk degree were the highest in the relevant business. It was seen that the establishment on the earthquake fault line and considering the functional capacity and differences were important in the risk assessment, It was once again determined that insufficient OHS training, employing unsuitable people and noise were significant risk.

Keywords: Ready mixed concrete plant, occupational health and safety, preliminary hazard list, preliminary hazard analysis, Fine Kinney.

1. GİRİŞ

Hazır betonla geç tanışan Türkiye, günümüzde hazır beton üretim miktarıyla dünyada önemli bir yerdedir. Türkiye, beton üretiminde 2009'dan bu yana Avrupa birinciliğini korumaktadır; dünyada ise üçüncü en büyük hazır beton üreticisi konumuna gelmiştir (Ekibi, 2018). 30 Haziran 2012 tarih ve 28339 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemeyi amaçlamaktadır. Kanun'un yanında hazırlanan ilgili yönetmelik, tebliğler ve standartlar ile bu amaç sağlanmaya çalışılmaktadır. Hazır beton imalatı, ilgili mevzuata göre tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Hazır beton santrali bünyesinde, kullanılan kimyasallar, ekipmanlar, sahada çalışan araçlar ve santralin bulunduğu konuma bağlı olarak önem kazanan birçok tehlikeyi barındırmaktadır. Bu tehlikelerin tespit edilmesi, değerlendirilmesi ve oluşabilecek zararı azaltmak için önlemlerin belirlenip uygulanması iş sağlığı ve güvenliği yönünden bir zorunluluktur. Böylece, meydana gelebilecek kazaların olasılığı ya da muhtemel etkilerinin şiddeti azaltılabilir.

Çimento sektörünün sağlık ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Putri ve diğerleri, bir beton santralinde inhalasyon yoluyla 2,5 mikron veya daha az partikül madde maruziyetine bağlı işçilerin sağlık risklerini analiz etmiştir. Risk oranı(RQ), vücut maruziyet alımının referans konsantrasyona bölünmesiyle elde edilmiştir. Bu çalışma ile 59 işçi için $PM_{2.5}$ maruziyet riski hesaplanmış ve yüksek hacimli hava örnekleyici kullanılarak 1 saat süreyle fabrikanın 4 noktasından numuneler toplanmış, her noktadan biri gündüz biri gece olmak üzere 2 kez örnek alınmıştır. $PM_{2.5}$ 'in, çalışanlar (25 yıl) için riskli olduğu ve ileriki 9 yıl için $RQ = 1.09$ değerine ulaşacağı gösterilmiştir. $PM_{2.5}$ konsantrasyonunu düşürecek risk yönetimi önerilmiştir (Putri vd., 2019). Evtushenko tarafından beton üretimindeki işlerde oluşan tozun, teorik ve deneysel çalışmaları yapılmıştır. Parçacıkların log-normal dağılımı için olasılıksal-stokastik yaklaşım tanımlanmıştır. Yapılan analizler çalışma alanına giren çok sayıda toz emisyon kaynağının, inert malzeme (kum, çakıl, çimento) yükleme üniteleri, bantlı konveyörler ve beton karıştırma tesisleri olduğunu ortaya koymuş, çalışma alanının havasındaki tozun kantitatif ve kalitatif bileşimi mikroskobik olarak incelenmiştir. Malzemelerin elenmesi, ezilmesi, dökülmesi ve taşınması esnasında yayılan toz hacminin % 70 - 97,5'inin 5 mikrona kadar boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Hava kirliliği seviyesini düşürmek için betonarme yapıların ve ürünlerin imalatında yeni, daha verimli ve ekonomik mühendislik yöntem ve araçlarının kullanılması, standart çalışma koşullarının sağlanması gerektiği vurgulanmıştır (Evtushenko, 2019). Raffetti ve diğerleri tarafından çimento fabrikalarının hava kirliliğine maruz kalan insanların sağlığı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çimento işçilerinin, nitrojen oksit, kükürt dioksit, karbon monoksit, karbondioksit, poliklorlu dibenzo-p-dioksinler ve dibenzofuranlar gibi kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanan gazlara ve toza maruz kalabilecekleri belirlenmiştir. Maruz kalmayan popülasyonlara kıyasla, maruz kalanlarda daha yüksek ağır metal değerleri ve böbrek toksisitesi biyobelirteci bulunmuştur (Raffetti vd., 2019). Xuana ve diğerleri yapılan bir çalışmada hazır beton tesislerinden çıkan işleme atıklarının kaynağı, sınıflandırılması ve yönetimi ve bunların potansiyel yeniden kullanımı üzerine odaklanılmıştır. Hazır beton

tesislerinden çıkan işleme atıklarının en aza indirilmesi için hem agrega hem de su geri kazanım sistemlerinin kurulması gerekli görülmüş ve hazır beton endüstrisinin sürdürülebilir gelişimini iyileştirmek için her türlü işlem atığının düşük karbonlu ürünlerin üretiminde yeniden kullanılabilmesi ortaya koyulmuştur (Xuana vd., 2018). Gheibi ve diğerleri tarafından beton santrallerindeki hava kirlenici emisyonlarının (CO₂, SO₂, VOC'ler, CO, CH₄, NO_x ve partiküller) çalışanlar ve bu tür kirliliklere her gün saatlerce maruz kalan her birey üzerinde oluşturduğu sağlık ve epidemiyolojik etkilerin riskleri araştırılmıştır. İstenilen risk oranını (risk oranı ≤ 3) oluşturmak için her bir kirleniciye maruz kalma derecesi ve süresi gibi bir dizi faktör meta-sezgisel genetik algoritma yaklaşımı kullanılarak tahmin edilmiştir. Akciğer kanseri gibi kronik hastalıkların gelişme risklerini azaltmak için çimento işleme sektöründeki personelin her 8 saatlik çalışma aralığı için en fazla 3,5 saatlik bir süreye maruz kalması gerektiği sonucuna varılmıştır (Gheibi vd., 2018). Kurda ve diğerleri tarafından beton üretiminde hammadde olarak kullanılan geri dönüştürülmüş beton agregaları (RCA), doğal agregalar (NA), uçucu kül (FA), çimento, süperplastikleştirici ve suyun çevresel, ekonomik ve toksikolojik etkisi üzerinde araştırma yapılmıştır. Çimento içerisinde süperplastikleştirici kullanıldığında çevresel etkilerin azaldığı, geri dönüştürülmüş agrega kullanımının ise hem çevresel hem ekonomik etkiyi azaltacağı belirtilmiştir. Uçucu kül betonun ağır metal sızıntı gösterdiği tespit edilmiştir (Kurda vd., 2018). Göswein ve diğerleri tarafından doğal agrega (NA) ve geri dönüştürülmüş agrega (RA) betonlarının taşınmasının çevreye etkilerinin tespiti için LCA ve CBS tabanlı iki yöntem kullanılmıştır. Çalışmada iki Portekiz şehrinde örnek olay incelemesi yapılmış, üretimin taşımaya göre çevresel etkisinin daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Doğal agrega kullanılarak yapılan karışımın geri dönüştürülmüş agrega ile yapılan karışıma kıyasla taşınmasında çevreye etki yönünden önemli olduğu belirtilmiştir (Göswein vd., 2018). Topçu tarafından çimento üretim süreçlerinde iş kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olabilecek tehlikelerin tespit edilmesi ve bu tehlikelerden kaynaklanan risklerin giderilmesi için çözüm önerileri getirilmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Türkiye'de faaliyet gösteren 7 entegre çimento fabrikası ve 1 çimento öğütme-paketleme tesisi ana üretim sahalarında iş sağlığı ve güvenliği yönünden gözlem ve incelemelerde bulunulmuştur. Sahadaki kömür tozunun akciğerde dokusal değişime sebep olduğu, portland çimentosu tozunun ise akciğer üzerinde biriktiği ancak dokusal değişime sebep olmadığı ortaya konulmuştur. Çimento sektöründe, en çok episemi ve kronik bronşit gibi solunum yolları ile ilgili meslek hastalıklarının görüldüğü belirtilmiştir (Topçu, 2016). Rovira ve diğerleri tarafından yürütülen çalışmada bir çimento fabrikası çevresinde bulunan toprak, bitki örtüsü ve hava bir dizi eser element ve PCDD/F'lerin konsantrasyonları yönünden değerlendirmiştir. Her çalışmada, dört emisyon hava numunesi, yedi bitki örtüsü numunesi ve yedi toprak numunesi toplanmış ve analiz edilmiştir. Çevrede genel olarak metal ve PCDD / F konsantrasyonlarında bir azalma belirlenmiş, insan sağlığı riskleri, ulusal ve uluslararası standartlara göre kabul edilebilir ve kullanılan yakıttan bağımsız olarak benzer bir zamansal eğilim izlediği tespit edilmiştir (Rovira vd., 2016).

Çeşitli sektörlerde olduğu gibi çimento sektörü için de güvenlik kültürünün oluşturulması son derece önemlidir. Rachid ve diğerleri tarafından çimento fabrikasının ölçeklenebilir ve sürdürülebilir dinamik bir güvenlik kültürü teşviki gerçekleştirmesine ve başarmasına olanak tanıyan bir yöntem ve metodolojik yaklaşım önerilmiştir. Uygulamada Hama Bouziane çimento fabrikasına yönelik 5M diyagramı - malzeme, ekipman, çevre, yöntemler ve işçilik oluşturulmuştur. Risklerin objektif bir bakış açısıyla değerlendirilmesinin ve kabul edilebilirliğine karar verilmesinin önemi belirtilmiştir. Risklerin kontrolünün işveren tarafından sağlanmasının önemi vurgulanmıştır (Rachid vd., 2015). Çimento sektörüne yönelik farklı risk analizi metodları ile değerlendirmeler yapıldığı görülmektedir. Karahan ve Akosman tarafından Elazığ-Altınova Çimento Fabrikasına yönelik 5x5 L tipi risk matris metodolojisi kullanılarak saha çalışmaları yapılmıştır. Risk değerlendirmesi sonuçlarına göre en tehlikeli risk bölgesi ve en yüksek risk puanı hammadde öğütme bölümünde elde edilmiştir. Kırıcı, döner fırın ile hammadde, çimento öğütme en çok toz, gürültü ve titreşim üreten üniteler

olarak belirtilmiştir (Karahan ve Akosman, 2018). Demirel ve Gültekin tarafından yürütülen çalışmada hazır beton tesisinde Fine Kinney metodu kullanılarak risk analizi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Tolerans gösterilemez 18 adet risk, esaslı 21 adet risk ve 4 adet önemli risk olmak üzere toplam 43 tehlike belirlenmiştir. Belirlenen risklerin bazılarının tüm santraller için geçerli olduğu, bazı risklerin ise tesisin bulunduğu bölge, yerleşim planı, tesisin kapasitesi, tesiste kullanılan ekipmanların üretim zamanına bağlı olarak teknolojik ve mevzuatlarda belirtilen sağlık güvenlik önlemlerini taşıyıp taşıyamaması gibi nedenlerden dolayı farklılık gösterebileceği belirtilmiştir. İlgili tesiste kontrol tedbirleri uygulandığında, 10 adet risk olası risk, diğer 33 adet risk ise önemsiz risk seviyesine düşürülmüştür (Demirel ve Gültekin, 2017). Karakaya tarafından hazır beton üretimi yapan dört adet tesisin bütün aşamaları iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmiştir. Ön Tehlike Analizi çalışması ile toplam 324 tane tehlike tespit edilmiştir. Dört işletmede de en fazla tehlikenin mekanik etmenlerden ve nakliye ve iç ulaşımdan kaynaklandığı ve ivedilikle bu bölümlerde önlem alınması gerektiği belirlenmiştir (Karakaya, 2016). Altınok tarafından hazır beton sektörüne hammadde sağlayan iş kolları özelinde de risk değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada Türkiye'nin farklı illerinde faaliyet gösteren 6 adet agrega üretim tesisinde incelemeler yapılmış ve yürütülen faaliyetler esnasında ortaya çıkan tehlike ve riskler saptanmıştır. Fine Kinney Metodu kullanılarak risk analizi yapılmış ve 6 işletmede toplam 221 adet risk tespit edilmiştir. Şev veya blok kütle kayması, gürültü ve toz maruziyeti, kontrolsüz patlama, yangın, elektrik çarpması, iş makinelerinin devrilmesi ve çalışanların mekanik tehlikelere maruz kalması en yüksek risklere sebep olan tehlikeler olarak saptanmıştır (Altınok, 2016). Topçu tarafından yürütülen çalışmada ise Ankara'da faaliyet gösteren entegre bir çimento fabrikasında ve fabrikanın hammadde ocağında, Fine-Kinney Metodu kullanılarak çimento üretim süreçlerini kapsayan risk değerlendirmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda 414 adet risk tespit edilmiş, bu risklerin ana üretim sahalarına, faaliyetlerine, düzeylerine ve risk etmenlerine göre dağılımı incelenmiştir. Risk değeri 70 puanın üzerinde olan riskleri barındıran üretim faaliyetlerinde güvenli çalışma yapılmasına ve bu düzeydeki risklere sebep olan etmenlerin etkisinin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerinde bulunulmuştur (Topçu, 2016).

Bu çalışmada, deprem bölgesinde bulunan bulunan bir hazır beton santralinde üretim aşamasında karşılaşılabilecek tehlikeler ve risklerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Risk değerlendirmesinde ön tehlike listesi, ön tehlike analizi ve Fine Kinney metodu kullanılmıştır. Belirlenen riskler derecelendirilmiş ve öneriler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında değerlendirilmek üzere deprem bölgesinde bulunan bir hazır beton santrali belirlenmiştir. Belirlenen santralin konumu, çalışan kişi sayısı, bünyesinde bulunan yapılar, üretim tesisi, üretim kapasitesi, üretimde kullanılan malzeme ve kimyasallar, çalışma prensibi, kullanılan makine ve teçhizatlar hakkında bilgi toplanmıştır. Ardından sırası ile ön tehlike listesi, ön tehlike analizi ve Fine Kinney metodu ile analizler yürütülmüştür.

2.1. Ön tehlike listesi

Toplanan bilgiler ışığında ilk olarak sistemde olabilecek potansiyel tehlike ve aksiliklerin belirlenmesi amacıyla ön tehlike listesi hazırlanmıştır. Bu yöntemde, tehlike belirlenmesi aşamasında alt sistemler, potansiyel tehlikeli elemanlar, tehlikeli durumlar veri olarak kullanılır. Tehlikelerin etkileri de göz önünde bulundurulur.

2.2. Ön tehlike analizi

Ön tehlike listesinde belirlenen tehlikeleri daha detaylı incelemek için ön tehlike analizi yapılmıştır. Ön tehlike analizi, tesisin yapım/proje aşamasında veya daha detaylı risk değerlendirmelerinden önce kullanılabilecek, hızla hazırlanabilen birincil ve öncü tehlike

analizi yöntemidir. Amaç, incelenen sistemde mevcut çeşitli tehlikeli öğeleri belirlemek ve potansiyel tehlike arz eden durumlar için, kazaya meydan vermemek için nasıl bir yol izleneceğini saptamaktır. Tehlikelerin nedenleri, etkileri, durumları, başlangıç risk indeksleri, önleyici tedbirler ve son risk indeksleri değerlendirilmektedir. Ön tehlike analizi risk indeksi belirlenmesinde kullanılan olasılık ve şiddet skalası Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Ön tehlike analizi risk indeksi belirlenmesinde kullanılan olasılık ve şiddet skalası

Olasılık	Şiddet
A. Sık	I. Felaket
B. Muhtemel	II. Kritik
C. Ara Sıra	III. Marjinal
D. Uzak	IV. Önemsiz
E. Olanaksız	

2.3. Fine Kinney Metodu

Bu metotta risklerin derecelendirilmesi, risklerin ortaya çıkma olasılığı, tehlikeye maruz kalma sıklığı/frekansı ve tehlikenin oluşturduğu etkinin/şiddetin sayısal değerlerinin çarpımı ile yapılır. Risk değerinin hesaplanması ve risklerin sınıflandırılması için olasılık, frekans ve şiddet skalaları(Tablo 2) ve risk derecelendirme tablosu(Tablo 3) kullanılır. Olasılık, frekans ve şiddet değerleri kullanılarak hesaplanan risk değeri sonucuna göre alınacak önlemlerin öncelik sırası belirlenir. Fine Kinney metodu ile risk analizi yaparken riske maruz kalan kişiler, riske maruz kalma ilişkileri, önlemlerin alınma imkanları, güvenlik önlemlerinin sürekli olması ve güvenlik önlemlerinin güvenilirliği çok önemlidir.

Tablo 2. Fine-Kinney metodu olasılık, frekans ve şiddet skalaları (Altınok, 2016)

OLASILIK	
Değer	Tanımlama
0,2	Beklenmez
0,5	Beklenmez ama mümkün
1	Mümkün ama düşük ihtimal
3	Olası
6	Yüksek/oldukça mümkün
10	Kesin beklenir
FREKANS	
Değer	Tanımlama
0,5	Çok seyrek(yılda bir veya daha seyrek)
1	Seyrek(yılda birkaç defa)
2	Sık değil(ayda bir veya birkaç defa)
3	Ara sıra(haftada bir veya birkaç defa)
6	Sıklıkla(günde bir veya birkaç defa)
10	Hemen hemen sürekli(bir saatte birkaç defa)
ŞİDDET	
Değer	Tanımlama
1	Ramak kaza, iş saati kaybı yok, ilkyardım gerektirmez, çevresel zarar yok
3	Hafif yaralanma, küçük hasar, iş günü kaybı yok, ilk yardım gerektirir, sınırlı çevresel zarar
7	Yaralanma, önemli hasar, ayakta tedavi, harici ilk yardım, iş günü kaybı, düşük çevre zararı
15	Kalıcı hasar, ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı, iş gücü/ iş günü kaybı, çevreye orta düzey zarar
40	Ölümlü kaza/çevresel zarar
100	Birden fazla ölümlü kaza/ çevresel felaket

Tablo 3. Fine-Kinney metodu risk düzeyi değerleri ve risk düzeyine göre yapılacak eylemler (Altınok, 2016)

RİSK İNDEKSİ		YAPILMASI GEREKENLER
Değer	Risk Sınıfı	
R<20	Kabul Edilebilir Risk	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerin ihtiyaç duyulmayabilir.
20<R<70	Olası Risk	Mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontroller denetlenmelidir
70<R<200	Önemli Risk	Belirlenen riskleri düşürmek için uzun vadede düzeltici/önleyici faaliyetler başlatılmalıdır
200<R<400	Yüksek Risk	Bu riskler için kısa vadede önlem alınmalı düzeltici/önleyici faaliyet başlatılmalıdır
R>400	Çok Yüksek Risk	Belirlenen risk kabul edilebilir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı, devam eden bir faaliyet varsa durdurulmalıdır. Gerçekleşen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa faaliyet engellenmelidir.

2.4 Uygulama

2.4.1 Varsayımlar

Hazır beton santralının kurulduğu yer, içerisinde bulunan sistemler ve kullanılan ekipmanlar bakımından varsayımlar Tablo 4' de sunulmuştur.

Tablo 4. Varsayımlar

Beton santrali konumu itibariyle fay hatlarına yakındır ve olası deprem durumunda can ve mal kayıplarına sebep olabilir.
Beton santrali OSB içerisinde yer almaktadır. Bu bölgede gerçekleşecek herhangi bir kaza veya yangın santralin etkilenmesini mümkün kılabilir.
Ofis olarak kullanılan alanda sabitlenmemiş eşyalar, dolaplar veya hareketli parçalar olası afet durumunda çalışan ve yetkililere zarar verebilir.
Acil kaçış yolu olarak belirlenen konumlara yakın temizlik malzemesi bidonları kaçış yolunu kapayabilir, kişilerin ayağına takılarak olası yaralanmalara sebep olabilir.
Kullanılan ekipmanların periyodik bakımının yapılmaması ani kitlenme, komutları algılayamama gibi durumlar ile iş kazasına yol açabilir.
Yangın tüplerinin bulunmaması veya bulunduğu halde işlevsel olmaması olası küçük yangınlara müdahaleyi geciktirebilir ve yangının büyümesine neden olabilir.
Şoförlerin eğitimlerinin aksatılması veya konsantrasyon düşüklüğü yaşayanların şoförlüğe devam etmesi inşaat alanı ve sahada risk arz edebilir.

2.4.2. Sınırlılıklar

Çalışma, deprem bölgesinde bulunan bir hazır beton santralinde gerçekleştirilmiştir. Santral tesis sahası, idari tesisler, sosyal tesisler ve danışman kulübesi yapılarını bulundurmaktadır. İşletmenin üretim kısmında risk analizi yapılmıştır.

2.4.3. Üretim Akış Şeması

Beton, çimento, agrega, su ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinden oluşan bir yapı malzemesidir. Hazır beton içeriğini %75 agrega, %10 çimento ve %15 su oluşturur. Santralde çimento depolamak için silolar, agrega depolamak için bunker, tartım için tartı bunkerleri, su depolamak için tank, katkı depolamak için tanklar ve panmikser bulunmaktadır. Üretim aşamaları aşağıda açıklanmıştır:

1. *Hammadde Depolama*: Hammadde olarak, çimento, kırma kum, doğal kum, agregalar ve katkı maddeleri kullanılır. Tesise taşınan hammaddeler saha içerisinde depolanır.

2. *Ön Besleme İşlemi*: Bu aşamada karıştırıcı mikseri besleme bunkerine agrega gönderir. İlgili miktarda agrega ön besleme bunkerine alınır buradan taşıyıcı bant ile besleme ünitesine taşınır.

3. *Besleme İşlemi*: Besleme bunkerini, üretim miktarına göre ön besleme işlemi ile doldurulur. Buradan agregalar istenilen beton özelliğine göre tartılarak karıştırıcı mikserine alınır. Agregalar karıştırıcı mikserine besleme bunkerinden taşıyıcı bant ile alınır.

4. *Karıştırıcı Mikser*: Beton yaş karışımı hazır beton tekniği ile üretilir ve tüm bileşenler santralde ölçülüp karşılaştırılarak hazırlanır. Hazır beton üretimi, operatörün üretilecek betonu tanımlayan formülün numarasını bilgisayar sistemine girmesiyle başlar. İlk komuttan sonra, ayrı bölmelerde depolanan agrega, çimento ve su aynı anda tartılır. Daha sonra agrega bantla taşınarak mikser kazanına aktarılır. Bu sırada çimento, su ve ilgili kimyasal katkı maddesi de kazana aktarılır ve karıştırılır. İyice karıştırılan harman, transmiksere boşaltılır, dolum tamamlanıncaya kadar aynı işlem devam eder.

5. *Sevkiyat*: Hazır beton, transmikser ile taşınır ve teslimata kadar karıştırılır. Karıştırma, beton sınıfına bağlı olarak farklı devirlerde yapılır. Transmikserler genellikle 5-10 m³ taşıma kapasitesine sahiptir (Hazır Beton İmalatı Kaynak Verimliliği Rehberi, 2018).

2.4.4 Yapılan İşler

Hazır beton santralinde hazır betonun üretilmesi yedi adımdan oluşur:

- Hazır beton üretiminde kullanılacak agrega, su, çimento ve katkı maddelerinin kalitelerini ve birbirine uyumunu incelemek için laboratuvar deneyleri yapılır.
- Laboratuvar deneylerinden olumlu çıkan ürünlerin kalite denetimi yapılır.
- Hazır beton kalitesini belirleyen 6 madde vardır. Bunlar; şartların belirlenmesi, tasarım, üretim, taşıma, yerleştirme, bakım ve kür şeklindedir. Şartların belirlenmesi, yerleştirme, bakım ve kür adımları kullanıcı sorumluluğunda; tasarım, üretim ve taşıma adımları üreticinin sorumluluğundadır.
- Sipariş edilen betona karşılık gelen formülün tesislerde yer alan ilgili personel tarafından bilgisayar sistemine girilmesi üretimi başlatmaktadır.
- Verilen ilk komut sonrasında agrega, çimento ve su aynı anda tartılır.
- Tartılan agrega, kova veya bant yardımıyla panmikser kazanına taşınır. Bu esnada su, çimento ve formülde kimyasal katkı maddesi bulunuyorsa bunlarda kazana aktarılır ve karıştırılır.
- Bu işlemler sonucunda hazır beton üretimi tamamlanmış olup satışa hazır konuma gelmiş olur.

2.4.5 Kullanılan Araç, Gereç ve Ekipmanlar

Santralde kullanılan araç, gereç ve ekipmanlar Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Santralde kullanılan araç, gereç ve ekipmanlar

ARAÇLAR	
Numune kalıbı	Bant
Baret	Çekiç
Çekme halatı	Eldiven
Gözlük	Gres pompası
Hava göstergesi	İlkyardım çantası
İş ayakkabısı	İş elbisesi
Kriko	Yedek parçalar
Maske	Mikser
Spatula	Takoz
Temizlik fırçası	Yangın söndürücü
Agrega elek	Isı ölçer
Beton vibratörü	El arabası
Kürek	Yakıt pompası
Araç kantarı	
GEREÇLER	
Antifriz	Gres Yağı
Motor yağı	Motor yakıtı
Saf alkol	Saf su
Hidrolik yağı	Temizlik malzemeleri
EKİPMANLAR	
Agrega bunkerı	Yatay çift milli mikser
Tartım bandı	Beton santrali otomasyon
Mikser besleme bandı	Çimento silosu
Ana şase taşıyıcı konstrüksiyon	Silo ekipmanları
Agrega bekleme haznesi	Silo top filtre
Çimento tartım haznesi	Çimento helezonu
Su tartım haznesi	Kumanda kabini
Katkı tartım haznesi	Beton pompası
Basıncılı hava ve su tesisatı	Jeneratör
Beton test presi	Etüv fırın
Kür havuzu	Transmikser

2.4.6 Kullanılan Kimyasallar

Kimyasal beton katkıları, betonun taze ve/veya sertleşmiş beton özelliklerini etkileyerek, betonun işlenebilirliğinin artmasını ve korunmasını sağlamak, pompalanmayı, yerleştirmeyi kolaylaştırmak, beton erken ve nihai dayanımını geliştirmek için kullanılırlar. Bu katkıları, betona katılan su miktarını azaltma kabiliyetlerine, beton içerisindeki hava miktarını ayarlama ve artırma kapasitelerine, beton priz alma sürelerine ve su geçirimsizliğine yaptıkları etkilere göre sınıflandırılırlar. Betona, çimento kütlelerinin % 5'ini geçmeyecek şekilde eklenirler. İnce malzemeler mineral katkı olarak adlandırılırlar ve betona ek dayanım sağlayıp beton performansını artırılırlar. Bunlara, silis dumanı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu ve tras örnek verilebilir. Yüzey geciktirici, alkali-silika reaksiyonu azaltıcı, korozyon azaltıcı, renk pigmentleri, rötre azaltıcı ve ayrışma azaltıcı özel katkı tipleri de bulunmaktadır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Deprem bölgesinde bulunan bir hazır beton santrali ön tehlike listesi, ön tehlike analizi ve Fine Kinney metodu ile değerlendirilmiştir. Tehlikeler, riskler ve kontrol tedbirleri belirlenmiştir.

3.1. Ön Tehlike Listesi Analizi

Ön tehlike listesi analizi, geçmiş kazalar ve tehlikeli durum ve kazaya ramak kalalar dikkate alınarak yapılmıştır. Ön tehlike listesi hazırlanırken alt sistem, tehlikeler, tehlikelerin etkileri ve öneriler aktarılmıştır. Alt sistemler, taşıma sistemleri, elektrik tesisatı, kullanılan makineler, genel çalışma ve temizlik faaliyetleri, agrega bunkerı, kamyon ve transmikserler, çimento siloları, katkı tankları, mobil pompaya ayrılmıştır. Hazır beton santrali üretim aşamasına ait ön tehlike listesi Tablo 6' da sunulmuştur.

Tablo 6. Hazır beton santrali üretim aşamasına ait ön tehlike listesi

Sıra	Sistem Bileşeni	Tehlike	Tehlikenin Etkileri	Öneriler
Ü1	Taşıma Bantları	Temizliği esnasında toz oluşumu	Solunum güçlüğü yaşanır.	Su ile nemlendirme işlemi yapılabilir. Taşıyıcı bantların üzeri kapatılabilir.
Ü2	Üretim sahası	Aydınlatmanın yetersiz olması	Görüş alanı azalır.	Periyodik aydınlatma bakımı yapılabilir.
Ü3	Kullanılan makina	Gürültü	Ortamdaki kişiler rahatsız olur ve anlayamaz.	Aşırı gürültü kaynağında azaltılabilir. Daha elverişli ekipmanlar tercih edilebilir.
Ü4		Bağlantı kablolarında elektrik kaçağı	Elektrige kapılma olur.	Makine kabloları koruyucu hazne içerisine alınabilir.
Ü5	Elektrik Tesisatı	Elektrik çarpması	Yaralanma. Yaşamsal fonksiyonlara zarar verir.	Ortamdaki bağlantı noktaları ve tesisat elemanları açıkta bırakılmamalıdır.
Ü6	Temizlik faaliyetleri	Bazı bölgelerde yüksekte çalışma	Denge kaybına bağlı çalışan yaralanır.	Yüksekte çalışmalarda emniyet kemeri gibi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
Ü7	Agrega bunkerleri	Malzeme besleme esnasında bunker içine düşme	Yaralanma, ölüm.	Bunkerin ağız kısmında koruyucu bariyerler kullanılabilir.
Ü8	Transmikser	Sahada doldur, boşalt çalışmalarında 3.kişiler tarafından fark edilmeme sonucu oluşacak kazalar	Çalışma alanındaki diğer ekipmanlara ve çalışanlara çarpabilir.	Üçüncü kişilerin malzeme doldurulup boşaltılırken yakında bulunmamaları için uyarı levhaları kullanılabilir. Araçlarda geri vites sesli ikaz sistemi kullanılabilir. Saha içerisindeki hız limitine uyulmalıdır.
Ü9		Şoförlerin gerekli eğitimi almamış olması	Sahada yanlış manevra yapar.	Şoförlere ilgili eğitim sağlanmalıdır.
Ü10		Beton dolumu esnasında beton dökülmesi	Dökülme sonucu alanda bulunan materyal ve kişiler zarar görür.	Beton dolumu kontrollü yapılmalı, gerekirse gözlemci bir kişi olmalıdır.
Ü11		Tesis içinde yapılan manevrayla diğer araç ve ekipmanlara çarpma	Maddi hasar, yaralanma	Tesis içinde bu iş için belirli bir güzergah olmalı ve şoförün orayı kullanması sağlanmalıdır.
Ü12	Araç malzeme beslemesi	Araça destek sağlayacak ayakların sabitlenmemiş olması	Araç devrilmesi sonucu araç, şoför ve diğer çalışanlar zarar görebilir.	Aracın destek ayakları sabitlenmeden malzeme beslemesi yapılmamalıdır.
Ü13	Çalışanların eğitimi	Çalışanların İSG eğitimi almamış olması	Sahada bilinçsiz hareket etme sonucu aksilikler yaşanır.	Çalışanlara periyodik olarak İSG eğitimi verilmeli ve yapılacak planlamalara dahil edilmelidir.
Ü14	Agrega bant dağıtıcı	Bantta aşınma, kopma	Bantta taşınan malzemenin sıçraması veya dağılması	Bant koruyucu içerisinde yer almalıdır. Banda fazla yük verilmemelidir.
Ü15		Hareketli aksamlar	Çalışan dikkat kaybı sonucu uzvunu sıkıştırır.	Muhafazalar el girmeyecek şekilde olmalıdır.
Ü16		Kayma, takılma, düşme	Denge kaybı sonucu sert cisme çarpabilir.	Kaygan zemin kullanılmamalıdır. Düzen sağlanarak işlevsel olmayan malzemenin çalışma alanında olmamasına dikkat edilmelidir.
Ü17	Helezon	Helezon motorunun düşmesi	Düştüğü alana bağlı olarak maddi hasara sebep olur.	Helezon etrafında koruyucu önlemler alınmalıdır.

Ü18	Mikser	Mikser şase, bağlantı ve flanş cıvatalarında gevşeme	Mikserin çalışması esnasında ayrılma yaşanması olasıdır.	Mikser her kullanımdan önce kontrol edilmelidir.
Ü19		Mikserin bulunduğu ortamda toza maruz kalma	Solunumu güçlüğü yaşanır.	İşi olmayan kişiler mikser yanında bulundurulmamalıdır. Ortamda çalışacak kişiler mutlaka kişisel koruyucu donanımla çalışmalıdır.
Ü20		Mikser bakımlarının yetkisi olmayan kişiler tarafından yapılması	Mikserin bozulmasına sebebiyet verir. Kişinin yanlış komutu sonucu aksilikler oluşur.	Yetkisi olmayan kişilerce kullanım engellenmelidir.
Ü21	Panmikser	Panmikserden malzeme sıçraması ile kimyasala maruz kalma	Cilt ve göz hastalıkları	Kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.
Ü22		Panmikser merdiveninden düşme	Yaralanma	Çalışan emniyet kemeri kullanmalı ve iş yaparken kendini sağlam bir alanda sabitlemelidir.
Ü23	Çimento siloları	Silobas ile çimento basma basıncının artması sonucu silo yırtılması	Kişilerin yaralanması, maddi hasar	Yetkili kullanıcı tarafından işlem gerçekleştirilmeli ve basınç kontrol altına alınmalıdır.
Ü24	Katkı tankları	Katkı tanklarında aşınma	Tankta aşınma sonucu meydana gelebilecek çatlak ve yırtılmalar, alanda çalışanları kimyasala maruz bırakır.	Periyodik kontroller yapılmalıdır.
Ü25	Mobil pompa	Tesis içerisin boom açma sırasında diğer ekipmanlara çarpma	Maddi hasar, yaralanma	Boom açma esnasında güvenli alan oluşturulması için alanın önceden belirlenmesi
Ü26		Mobil pompa temizliği sırasında kazan içerisinde dönen parçalara temas etme	Yaralanma, Uzuv kaybı	Elektriksel ve mekanik sistemler kullanılabilir.
Ü27		Mobil pompa park sonrası el freni çekilmemesi, takoz koyulmaması ile aracın kayması	Tesise yakın park edilen araç kayma sonucu tesise zarar verir.	Mobil pompa düz ve sağlam bir zemine park edilmelidir. El frenleri çekilmeli, lastiklere takozlar konulmalıdır.

Hazır beton santralinde ön tehlike listesi sonucu 27 tehlike belirlenmiştir. Üretimde kullanılan makine, transmikser, agrega bant dağıtıcı, pankmikser, mikser, mobil pompa için birden fazla tehlike ve tehlike etkileri elde edilmiştir.

3.2. Ön Tehlike Analizi

Ön Tehlike Analizi, hazır beton santrali üretim aşaması için genel çalışma ve temizlik faaliyetleri, agrega bunkerine malzeme beslemesi, agrega bant dağıtıcı ile malzeme taşınması, pankmikser, silobas ile çimento basılması, transmikser, katkı tankları ve tesis içerisinde mobil pompa kullanımı olmak üzere 8 başlık altında değerlendirilmiştir. Ön tehlike analizinde ön tehlike listesinde belirlenen alt sistemler tek tek ele alınarak daha detaylı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Tehlikelerin sebepleri, etkileri, başlangıç ve önlem sonrası risk indeksi belirlenmiştir. Ön tehlike analizi Tablo 7-14' de sunulmuştur.

Tablo 7. Ön Tehlike Analizi/Genel çalışma ve temizlik faaliyetleri

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etki	BRİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G1	Toza maruziyet	Çalışma alanında malzemelerin açıkta olması sonucu toz birikmesi	Solunum güçlüğü, tıkanma	AII	Kişisel koruyucu donanım kullanılmalı. Toz tutmayan malzemeler tercih edilmeli. Toz nemlendirme sistemleri olmalı.	AIII	Kullanılan koruyucu önlemler sonucu maruziyet olsa da etkisi düşük olacaktır.	Kapalı
G2	Yüksekte çalışma esnasında düşme	Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması	Düşme sonucu yaralanma , ölüm	BI	Kişisel koruyucu ekipman sağlanmalıdır. Yükselge çıkılan alanlar korunma altına alınmalıdır.	BIII	Kişisel koruyucu donanım kullanılması, korkuluklar yapılması ve çalışanların eğitime tabii tutulması oluşacak zararı azaltacaktır.	Açık
G3	Gürültü	Makinaların çalışmasına bağlı oluşan sesler	İşitme kaybı	AI	Aşırı gürültü kaynağında azaltılmalıdır. Gürültü seviyesi elverişli ekipmanlar kullanılmalı. Kulaklık kullanılmalıdır.	AII	Ortamdaki gürültü seviyesinin periyodik ölçümü fayda sağlayacaktır.	Açık
G4	Elektrik çarpması	Uygun olmayan kabloların kullanımı, kabloların düzensiz bulunması	Yaralanma, yaşamsal fonksiyonlarda bozulma	BII	Kablolar açıkta olmamalı, kablolar korunaklı mekanizmalar altına alınmalı, yetkisi olmayan kişiler elektrik tesisatına dokunmamalıdır	BIII	Uygun priz ve fiş kullanımı, elektrik panosuna sadece yetkilerin ulaşması önlemlere katkıda bulunacaktır. Topraklama yapılmalı ve kontrol edilmelidir.	Açık

Tablo 8. Ön Tehlike Analizi/ Agrega Bunkerine Malzeme Beslemesi

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BRİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G5	Bunker içerisine düşme	Denge kaybı ve bunkerde koruyucu önlemlerin alınmaması	Yaralanma, ölüm	BI	Bunker üzerine uygun aralıklarla ve sağlam izgara yerleştirme	BIII	Bunker etrafına işi bilmeyen kişilerin ulaşması önlenbilir.	Açık
G6	Çalışma sırasında sahada araçların çalışıyor olması	Dikkatsizlik veya görüş alanının dar olması	Yaralanma	CIII	Çalışma alanı içerisinde hız limitine uyulmalı. Malzeme boşaltımı sırasında işi olmayanların alana girmemesi sağlanır.	DIII	Uyarıcı levhaların bulundurulması ve araçlarda geri vites uyarı sinyalinin sesli olması çalışanların uyarılmasını kolaylaştıracaktır.	Açık
G7	Bunkerlerde oluşan aşınma ve çatlaklar	Bakımın yapılmaması	Yaralanma, ölüm	DIII	Bunkerlerin haftalık kontrolleri yapılmalıdır.	DIV	Ekipman bağlantı yerlerine dikkat edilmesi yararlı olacaktır.	Açık
G8	Besleme yapan aracın devrilmesi	Aracın zemine oturmaması	Yaralanma, ölüm, maddi hasar	CII	Aracın zemine oturması sağlanmalıdır.	CIII	Şoförden ayrı bir kişinin daha süreci kontrol etmesi hasarı önleyecektir.	Açık

Tablo 9. Ön Tehlike Analiz/ Agrega Bant Dağıtıcı ile Malzeme Taşınması

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BRİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G9	Bant dağıtıcılarında kopma, aşınma	Bakımlarının yapılmaması, aşırı yük yüklenmesi	Yaralanma, ölüm, maddi hasar	BII	Besleme uygun miktarda yapılmalıdır. Bakım düzenli yapılmalıdır.	BIII	Bant yapısının mümkünse her gün kontrol edilmesi koruma sağlayacaktır.	Açık
G10	Hareketli aksamara maruz kalma	Dikkatsizlik, aksamaların koruyucu yapı içerisinde olmaması	Yaralanma, uzuv kaybı	BI	Hareketli aksamalar koruyucu yapı içerisine alınmalıdır. Çalışanlara bu mekanizmalar hakkında eğitim verilmelidir.	BIII	Yapılan koruyucular el girmeyecek şekilde tasarlanabilir. Mekanizma eksik yapılarla çalıştırılmamalıdır. (kayış, kasnak, kaplin gibi)	Kapalı
G11	Malzeme fırlaması	Malzemeyi zeminde tutacak bir yapının olmaması.	Yaralanma	BII	Malzemeyi zeminde tutacak özellikte yapı olmalı ve bu yapı periyodik olarak kontrol edilmeli	BIII	Kişisel koruyucu ekipman kullanımı sağlanabilir.	Kapalı
G12	Malzemenin düşmesi	Taşıyıcı bandın altının kapatılmaması	Yaralanma, ölüm	BII	Taşıyıcı bandın altı kapatılmalı ve uyarı levhası koyulmalıdır.	CII	Sahada baret kullanılabilir.	Kapalı
G13	Yürüyüş platformunda kayma, düşme	Zeminin uygun olmaması ve ıslak olması	Yaralanma, ölüm	AII	Bandın kaymasını önleyecek istinat ruloları koyulmalıdır. Yürüyüş platformu zemininde uygun malzeme kullanılmalıdır.	BII	Islak/kaygan zemin için uyarı levhası kullanılabilir.	Kapalı

Tablo 10. Ön Tehlike Analiz/ Panmikser

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BRİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G14	Şase ve bağlantı ile flanş civatalarında gevşeme	Kontrol edilmeme ve uygun malzeme seçilmemesi	Yaralanma	CIII	Periyodik kontroller yapılmalıdır. Bağlantılarda uygun malzeme kullanılmalıdır.	CIV		Kapalı
G15	Panmikserin olduğu ortamda O ₂ yetersizliği ve tehlikeli madde tozuna maruz kalma	Uygun çalışma koşulunun sağlanamaması	Solunum rahatsızlıkları	AII	Kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.	AIII	Eğitim verilmelidir.	Açık
G16	İşe uygun olmayan kişilerin çalıştırılması	Bilgi ve tecrübe eksikliği	Yaralanma, ölüm	DIII	Yetkili ve işe uygun kişiler çalıştırılmalıdır.	CIII	Mesleki eğitimler tekrarlanmalıdır.	Açık
G17	Mikserde aşınma	Mikser içerisinde bulunan karıştırıcı aksamın bozulması	Yaralanma	BIII	Mikser elemanları aşınmaya karşı periyodik olarak kontrol edilmelidir.	CIII		Açık

G18	Kimyasal maruziyet	Panmikserden çevresine malzeme sıçraması	Yaralanma, cilt ve göz rahatsızlıkları	BII	Panmikserde çevreye sıçramayı önleyecek yapı tasarımı yapılmalıdır.	CII		Kapalı
G19	Düşme	Dolum sonrası kaygan zemin, korunaksız ortam	Yaralanma, ölüm	CII	Zemin uygun yapıda olmalı ve dolum sonrası temizlik sırasında uyarı levhası asılmalıdır.	DII		Açık

Tablo 11. Ön Tehlike Analizi/ Silobas ile Çimento Basılması

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BSİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G20	Silolarda yırtılma	Kontrolsüz yapılan basınç işlemleri sonucu basınç artışı	Yaralanma, ölüm, maddi hasar	BII	Silokes gibi sistemlerle basınç kontrol altına alınmalıdır.	BIII	İşlem esnasında bir kişinin gözlem yapması uygun olacaktır.	Kapalı
G21	Filtrenin yırtılması	Aşırı dolum	Yaralanma, maddi hasar	CIII	Silolara seviye sensörü eklenmeli ve ikaz sireni açık olmalıdır.	CIV	İşlemin gözetim altında yapılması uygun olacaktır.	Açık
G22	Hortum patlaması	Hortumların kontrollerinin yapılmamış olması. Aşınan hortumların kullanılıyor olması.	Yaralanma	BII	Hortumların periyodik kontrolü yapılmalıdır. Kötü zemine temas eden hortumlar hasar almışsa mutlaka yenilenmelidir.	BIII	Hortumlar yere sabitlenebilir ya da çelik malzemelerle desteklenebilir.	Kapalı
G23	Elle taşıma yapılması	Taşıma için uygun araç olmaması. Ergonomik taşıma yöntemlerinin bilinmemesi.	Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları	DIII	Taşıma için uygun araçlar sağlanmalıdır.	DIV	Taşıma yöntemleri hakkında eğitim verilmelidir.	Açık

Tablo 12. Ön Tehlike Analizi/ Transmikser

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BSİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G24	Santrale yanaşırken manevraların kontrolsüz yapılması	Görüş alanının darlığı	Yaralanma.	CII	Dolum yapılacak alanının aydınlatması uygun hale getirilmelidir.	DII	Manevra alanına kedigözü yerleştirilebilir.	Kapalı
G25	Dolumdan çıkarken çalışana çarpma	Görüş alanı darlığı, dikkatsizlik	Yaralanma, ölüm.	CII	Aydınlatma uygun şekilde yapılmalıdır. Transmikser etrafında ilgili çalışanlar harici kişilerin bulunması engellenmelidir.	DII	Manevra alanına kedigözü yerleştirilebilir.	Kapalı
G26	Hızlı dolum	Santral kapaklarının bozulması	Transmikserde denge kaybı. Yaralanma.	DII	Santral kapaklarının kontrollerinin yapılması.	DIV	Kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.	Açık
G27	Kazanın kendiliğinden dönmesi	Mekanik aksaklık	Uzuv kaybı, yaralanma	CII	Elektrik ve mekanik kilitleme sistemi eklenmelidir.	CIII	Kapalı alanda yapılacak iş için eğitim verilmelidir.	Açık
G28	Aracın kayması	El freninin çekilmemesi. Takoz kullanılmaması.	Maddi hasar	CII	El freni çekilmelidir. Lastikler takozla sabitlenmelidir.	DII	Operatörlere eğitim verilmelidir.	Açık

G29	Yangın	Araçlarda yakıt kullanımı. Üretimde kimyasalların olması.	Yaralanma. Maddi hasar.	BII	Yangın tüpü bulundurulmalıdır. Çalışanlar ve ilgili diğer kişilere yangın ve ilgili kimyasallar konusunda eğitim verilmelidir.	CII	Yangına müdahale uygulamalı gösterilmelidir.	Açık
-----	--------	---	-------------------------	-----	--	-----	--	------

Tablo 13. Ön Tehlike Analizi / Katkı Tankları

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BRİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G30	Katkı tanklarında kopma, aşınma	Bakımlarının yapılmaması	Yaralanma, maddi hasar	BII	Kaynak ve bağlantı noktaları kontrol edilmelidir. Periyodik bakımları yapılmalıdır.	BIII		Açık
G31	Dolum sırasında kimyasala maruz kalma	Dolumun uygun şekilde yapılmaması. Bağlantı hat ve hortumlarında sızıntı.	Cilt ve göz hastalıkları	AI	Kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır. Bağlantı hat ve hortumlarında sızıntı kontrolü yapılmalıdır.	AII	Katkı tankları üzerine ilgili madde ve miktarı hakkında etiket eklenmelidir.	Açık

Tablo 14. Ön Tehlike Analizi / Tesis İçerisinde Mobil Pompa Kullanımı

Sıra	Tehlike	Nedenleri	Etkileri	BRİ	Önleyici Tedbirler	SRI	Düşünceler	Durum
G32	Kazan içerisinde bulunan dönen elemanlarla temas	Elektriksel ve mekanik kilitlemenin olmaması	Yaralanma, uzuv kaybı	CII	Dönen parçalar koruyucu içine alınmalı, güvenli çalışma talimatları oluşturulmalıdır.	CIII		Açık
G33	Boom açma esnasında diğer araçlara çarpma	Güvenli alanın oluşturulmaması	Maddi hasar	DIII	Güvenli alan oluşturulmalı ve operatör mevcut tehlike ve risklere karşı eğitilmelidir.	DIV		Kapalı
G34	Mobil pompa aracının kayması	Mobil pompanın düz ve sağlam yere park edilmemesi. El freninin çekilmemesi	Maddi hasar	CII	Uygun zemine park edilmelidir. Takoz kullanılmalıdır.	CIII		Açık

Ön tehlike analizi sonucu hazır beton üretim aşamasında toplam 34 tehlike belirlenmiş ve ilgili önleyici tedbirler sunulmuştur. Genel çalışma ve temizlik faaliyetleri için gürültü; agrega bunkerine malzeme beslemesi için bunker içerisine düşme; agrega bant dağıtıcı ile malzeme taşınması sistemi için yürüyüş platformunda kayma ve düşme; pankmikser için O₂ yetersizliği ve tehlikeli madde tozuna maruz kalma; silobas ile çimento basılması için silolarda yırtılma ve hortum patlaması; transmikser için yangın; katkı tankları için dolum esnasında kimyasala maruz kalma; tesis içerisinde mobil pompa kullanımı için kazan içerisinde bulunan dönen elemanlarla temas ve mobil pompa aracının kayması tehlikeleri en yüksek risk indeksi değerlerini vermiştir.

3.3. Fine Kinney Metodu

Risklerin derecelendirilmesi, risklerin ortaya çıkma olasılığı, tehlikeye maruz kalma sıklığı ve oluşturduğu etkinin sayısal değerlerinin çarpımı ile belirlenmiştir. Hesaplanan risk değeri sonucuna göre alınacak önlemlerin öncelik sırası belirlenmiştir. Fine Kinney değerlendirme raporu Tablo 15' de sunulmuştur.

Tablo 15. Fine Kinney değerlendirme raporu

No	Tehlike	Risk	Etkilenecek Kişiler	Risk Derecelendirmesi			Risk Değeri	Alınacak Önlemler
				Olasılık	Frekans	Şiddet		
1	Toza maruz kalma	Solumun rahatsızlıkları	Çalışanlar	3	6	7	126 Önemli risk	Toz tutmayan maizeme kullanılmamalıdır. Kişisel koruyucu donanım kullanılmamalıdır.
2	Yüksekte çalışırken düşme	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar	3	2	15	90 Önemli risk	Çalışma alanı etrafına korkuluk yapılmalıdır.
3	Gürültü	İşitme kaybı	Çalışanlar	6	10	15	900 Çok yüksek risk	Gürültü seviyesi elverişli ekipmanlar ve kulaklık kullanılmamalıdır.
4	Elektrik çarpması	Yaralanma, yaşam fonksiyonlarının bozulması	Çalışanlar	3	1	7	21 Olası risk	Topraklama kontrol edilmelidir. Uygun fiş ve kablo kullanılmamalıdır.
5	Çalışanların ISG eğitiminin olmaması	Hak kaybı, yaralanma, ölüm	Çalışanlar	10	10	40	4000 Çok yüksek risk	Çalışanlara düzenli olarak eğitim verilmelidir.
6	Bunker içerisine düşme	Yaralanma	Çalışanlar	0,5	1	3	1,5 Kabul edilebilir risk	Bunker etrafına erişim engellenmeli, bunker üzerine korkuluk yapılmalıdır.
7	Çalışma sırasında sahada araçların çalışıyor olması	Yaralanma	Çalışanlar	6	6	7	252 Yüksek risk	Uyarıcı levhaların bulunduğu yerlerde araçlarda geri vites uyarı sinyalinin sesli olması çalışanların uyarılmasını sağlar.
8	Bunkerlerde oluşan aşınma ve çatlaklar	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar	1	1	7	7 Kabul edilebilir risk	Bunkerlerin bakımları periyodik olarak yapılmalıdır.
9	Besleme yapan aracın devrilmesi	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar, şoför	1	1	15	15 Kabul edilebilir risk	Araç sabitlemeden beslemeye başlanılmamalıdır.
10	Bant dağıtıcılarında kopma, aşınma	Yaralanma, ölüm, maddi hasar	Çalışanlar	3	1	7	21 Olası risk	Bant yapısının kontrolleri yapılmalıdır.
11	Hareketli aksamalara maruz kalma	Yaralanma, uzuv kaybı	Çalışanlar ve üçüncü kişiler	3	2	7	42 Olası risk	Hareketli aksamlar koruyucu muhafaza içine alınmalıdır.
12	Malzeme fırlaması	Yaralanma	Çalışanlar ve üçüncü kişiler	3	2	7	42 Olası risk	Sığılastıklar olmalı ve periyodik olarak kontrol edilmelidir.
13	Malzemenin düşmesi	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar	3	2	7	42 Olası risk	Taşıyıcı bantın altı kapatılmamalıdır.
14	Yürüyüş platformunda kayma, düşme	Yaralanma	Çalışanlar	6	3	7	126 Önemli risk	Yürüyüş platformunun zemini uygun olmalıdır. Islak zemin uyarı levhası bulundurulmalıdır.
15	Şase ve bağlantı ile flanş civatalarında gevşeme	Yaralanma	Çalışanlar	2	2	3	12 Kabul edilebilir risk	Bağlantılarda uygun maizeme kullanılmamalıdır.
16	Panmikserin olduğu ortamda O ₂ yetersizliği ve tehlikeli madde tozuna maruz kalma	Solumun rahatsızlıkları	Çalışanlar	3	6	15	270 Yüksek risk	Kişisel koruyucu donanım kullanılmamalıdır.
17	İşe uygun olmayan kişiler çalıştırılması	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar	10	10	40	4000 Çok yüksek risk	Mesleki yeterliliğe sahip kişilere iş verilmelidir.
18	Mikserde eşinme	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar, üçüncü kişiler	3	2	15	90 Önemli risk	İş makinelerini ve ekipmanların günlük kontrolleri yapılmalıdır.
19	Kimyasal maruziyet	Cilt ve göz rahatsızlıkları	Çalışanlar	3	2	15	90 Önemli risk	Kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmamalıdır.
20	Düşme	Cilt ve göz rahatsızlıkları	Üçüncü kişiler	0,5	1	3	1,5 Kabul edilebilir risk	Uyarı levhaları uygun yerlere koyulmalıdır.
21	Silolarda yırtılma	Yaralanma, maddi hasar	Çalışanlar	3	2	7	42 Olası risk	Silokes gibi sistemlere basınç kontrol altına alınmalıdır.

22	Filtrenin yırtılması	Yaralanma, maddi hasar	Çalışanlar	3	2	7	42 Olası risk	Silolara seviye sensörü koyulmalı ve ikaz sireni açık olmalıdır.
23	Hortum patlaması	Yaralanma, maddi hasar	Çalışanlar	3	2	7	42 Olası risk	Hortumlar yere sabitlenebilir ya da çelik malzemelerle desteklenebilir.
24	Elle taşıma yapılması	Kas iskelet rahatsızlıkları	Çalışanlar	3	6	7	126 Önemli risk	Uygun taşıma teknikleri hakkında bilgi verilmelidir.
25	Santrale yanaşırken manevraların kontrolsüz yapılması	Yaralanma, ölüm	Çalışanlar	6	3	40	720 Çok yüksek risk	Şoförün eğitim alması sağlanmalıdır. Manevra alanına kedi gözü yerleştirilmelidir.
26	Hızlı dolim	Transmikserin dengesini kaybetmesi, yaralanma	Çalışanlar	3	1	7	21 Olası risk	Santral kapakların kontrolleri yapılmalıdır.
27	Kalkı tanklarında kopma, aşınma	Yaralanma, kimyasal maruziyet	Çalışanlar	3	1	15	45 Olası risk	Kaynak ve birleşim noktaları kontrol edilmelidir. Bakımları yapılmalıdır.
28	Kimyasal tankta dolim sırasında kimyasal maruziyet	Cilt ve göz hastalıkları	Çalışanlar	3	6	15	270 Yüksek risk	Kalkı tankları üstünde içinde bulunan madde ve miktarı hakkında etiket bulunmalıdır.
29	Kazan içerisinde dönen elemanlara temas etme	Yaralanma, uzuv kaybı	Çalışanlar	3	2	15	90 Önemli risk	Dönen parçalar muhafaza içine alınmalı, güvenli çalışma talimatları oluşturulmalıdır.
30	Boom açma esnasında diğer araçlara çarpma	Maddi hasar	Şoförler	3	3	7	63 Olası risk	Güvenli alan oluşturulmalı ve operatör mevcut tehlike ve risklere karşı eğitilmelidir.
31	Mobil pompa aracının kayması	Maddi hasar, yaralanma	Çalışanlar	1	1	3	3 Kabul edilebilir risk	Uygun zemine park etme, takoz kullanılmamalıdır.
32	Kazanın kendiliğinden dönmesi	Uzuv kaybı yaralanma	Çalışanlar	3	1	7	21 Olası risk	Elektrik ve mekanik kilitleme, kapalı alanda yapılacak iş için eğitim verilmelidir.
33	Yangın	Yaralanma, maddi hasar	Çalışanlar	4	2	7	56 Olası risk	Yangın tüpü bulundurulmalıdır.
34	Sıcak çalışma anında gerekli önlemlerin alınmaması	Patlama, yaralanma	Çalışanlar, üçüncü kişiler	6	2	15	180 Önemli risk	Beton santralinde sıcak çalışması yapıldığı zaman yangın tüpü, kişisel koruyucu donanımların kullanılması sağlanmalı ve yangıcı patlayıcı malzemelerin sıcak çalışması yapıldığı yerden alınmalıdır.
35	İlk yardım çantasının bulunmaması	İlk yardım gerektiğinde malzeme olmaması	Çalışanlar	3	2	3	18 Kabul edilebilir risk	İlk yardım çantası bulundurulmalıdır. Çalışanlara afet bilinci eğitimi verilmelidir.
36	1. derece deprem bölgesinde yer alması	Deprem	Çalışanlar	10	0.5	100	500 Çok yüksek risk	Acil eylem planlarında dikkate alınmalıdır. Sahada kullanılan ekipman, makineler yere sağlam sabitlenmeli ve kontrolleri yapılmalıdır.
37	Yürüyüş platformunda düzensiz koyulan malzemeler	Acil durum tahliyesinde zorluk yaşanması, kaçış yolunu kapatması	Çalışanlar	6	3	3	54 Olası risk	Malzemelerin düzenli bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Lazım olmayan malzemeler platformdan kaldırılmalıdır.
38	Kabloların düzensiz ve dağınık olması	Elektrik çarpması	Çalışanlar	3	1	7	21 Olası risk	Kablolar muhafaza içine alınmalıdır.

Fine Kinney metodunda 38 risk derecelendirilmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen ve derecelendirilen tehlikeler aşağıda listelenmiştir:
Çok yüksek riskler;

- Tesisin 1.derece deprem bölgesinde bulunması,
- Çalışma ortamındaki gürültü,
- Transmikserin uygun manevralar yapmaması,
- Çalışanların İSG eğitim yetersizliği,
- İşe uygun olmayan kişilerin çalıştırılması,

Yüksek riskler;

- Üretim sırasında sahada araçların çalışıyor olması,
- Kimyasalara maruziyet,
- Panmikserin olduğu ortamda O₂ yetersizliği ve toza maruziyet,

Önemli riskler;

- Çalışma alanında toza maruziyet,
- Yüksekte çalışmalarda düşme,
- Elle malzeme taşınması,
- Yürüyüş platformunda kayma, düşme,
- Mikserde aşınma,
- Kimyasal maruziyet,
- Kazan içerisinde dönen elemanlara temas etme,
- Sıcak çalışma anında gerekli önlemlerin alınmaması

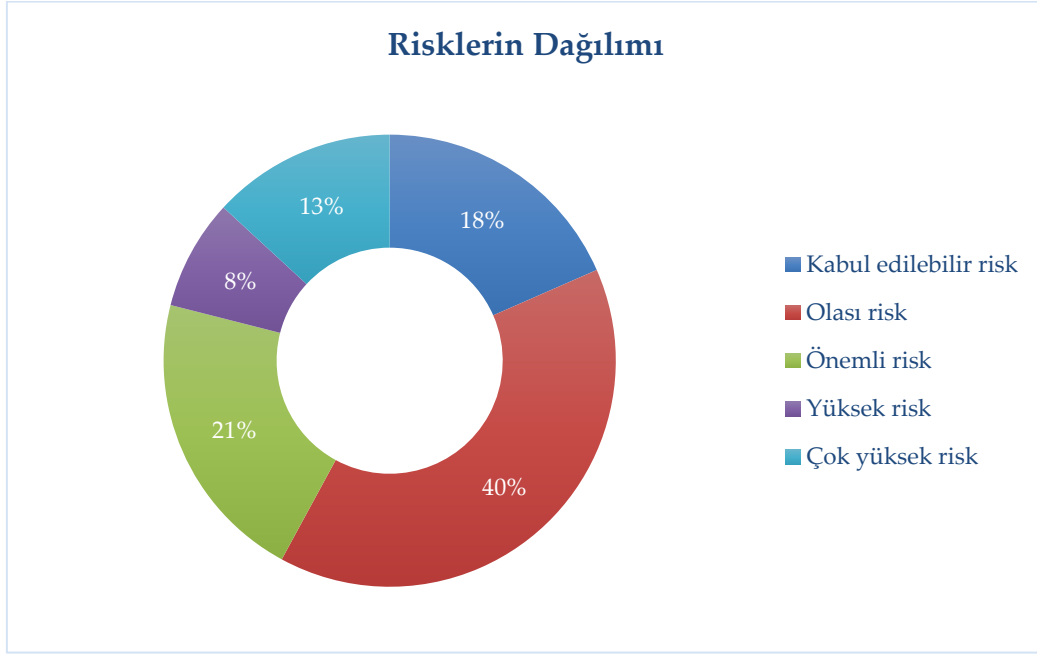
Olası riskler;

- Kabloların düzensiz ve dağınık olması,
- Yürüyüş platformunda malzemelerin bulundurulması,
- Yangın,
- Kazanın kendiliğinden dönmesi,
- Boom açma esnasında diğer araçlara çarpma,
- Katkı tanklarında kopma ve aşınma,
- Hızlı dolun,
- Silolarda yırtılma,
- Filtrenin yırtılması,
- Hortum patlaması,
- Malzemenin fırlaması,
- Malzemenin düşmesi,
- Bant dağıtıcılarında kopma ve aşınma,
- Hareketli akşamlara maruz kalma,
- Elektrik çarpması,

Kabul edilebilir riskler;

- Mobil pompanın kayması,
- İlk yardım çantasının olmaması,
- Şase ve bağlantı ile flanş civatalarında gevşeme,
- Düşme,
- Bunkerlerde oluşan aşınma ve çatlama,
- Besleme yapan aracın devrilmesi,
- Bunker içerisine düşme olarak belirlenmiştir.

Hazır beton üretim tesisinde belirlenen risklerin dağılımı Şekil 1' de sunulmuştur.



Şekil 1. Hazır beton üretim tesisinde belirlenen risklerin dağılımı

Tesiste olası risk derecesine sahip risklerin en fazla olduğu gözlenmiştir. Yüksek risk derecesindeki riskler en az oranda belirlenmiştir. İşletmenin konumu itibariyle oluşan tehlikeler bulunduğu ve diğer çalışmalarda temel alınan işletmelere göre fonksiyonel kapasite ve genişlik farklılıklarının dikkate alınması gerektiği görülmüştür. Diğer sektörlerde olduğu gibi çalışanların İSG eğitim yetersizliği, işe uygun olmayan kişilerin çalıştırılması ve gürültünün önemli risk arz ettiği ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında hem işletmeye özel hem de benzer üretim yapan diğer işletmelere örnek olacak şekilde meydana gelecek tehlikeli durum ve olaylara yönelik çözüm önerileri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Öncelikli İSG kültürü oluşturulmalıdır.
- Çalışanların İSG ile tüm çalışmalara katılımının sağlanması gerekmektedir.
- Risk değerlendirmesi sonucu ilgili kontrol tedbirlerinin alınması ve denetlenmesi, çalışanların periyodik sağlık kontrollerinin gerçekleştirilmesi ve iş hijyeni ortam ölçümlerinin yapılması tesisteki iş kazası ve meslek hastalıkları riskini azaltacaktır.
- İşe uygun yetenekte ve özellikte personel seçimi yapılmalıdır.
- Çalışma izni gerektiren işler(yüksekte çalışma, bakım-onarı v.b.) için prosedürler hazırlanmalı ve uygulanmalıdır.
- Çalışma ortamının uygun şekilde aydınlatılması sağlanmalıdır.
- Gürültü seviyesi uygun ekipmanlar kullanılmalıdır.
- Tesisteki tüm makine ve ekipmanlar için koruyucular temin edilmeli ve kullanım talimatları oluşturulmalıdır.
- Mesleki yeterliliğe sahip panmikser operatörü çalıştırılmalıdır.
- Agregada depolama alanı sahanın dışına taşınmalı ve agregada bunkerleri çalışanların elverişli bir yükseklikte olmalıdır.
- Agregada dağıtım hattında gergi sistemi ve manuel sistem kapatıcısı kullanılmalıdır.
- Çimento silolarına dolum işlemi kontrollü şekilde yapılmalıdır.
- Siloların filtrelerine düzenli bakım yapılmalı ve silolara dolum sensörü eklenmelidir.
- Kişisel koruyucu donanımlar temin edilmeli ve çalışanların kullanımı sağlanmalıdır.
- Araç manevraları için güvenli alanlar oluşturulmalıdır.
- Tesisteki dönen parçalar koruyucular içine alınmalıdır.
- Yüksekteki işler için korkuluk, ağ, emniyet kemeri v.b. temin edilmelidir.

- Tesisteki kaygan zeminler kaymaz özellikte malzeme ile kaplanmalıdır. Çalışanlar, kaygan zemine karşı levhalar ile uyarılmalıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda inşaat sektöründeki gelişmeyle hız kazanan hazır beton sektörü bünyesinde birçok tehlike barındırmaktadır. Bu bağlamda deprem bölgesinde bulunan bir hazır beton işletmesi belirlenmiş, üretim aşamasında karşılaşılabilecek tehlike ve riskler tespit edilmiştir. Risk değerlendirmesinde sırasıyla ön tehlike listesi, ön tehlike analizi ve Fine Kinney metotları kullanılmıştır. Bu şekilde daha az detay ve bilgi gereksinimine sahip metot ile başlanılarak sistematik bir yaklaşım oluşturulmuştur. Ön tehlike listesinde toplam 27 tehlike ve etkileri belirlenmiştir. Ön tehlike analizi, genel çalışma ve temizlik faaliyetleri, agrega bunkerine malzeme beslemesi, agrega bant dağıtıcı ile malzeme taşınması, panmikser, silobas ile çimento basılması, transmikser, katkı tankları ve tesis içerisinde mobil pompa kullanımı olmak üzere 8 başlık altında değerlendirilmiştir. Ön tehlike analizinde ön tehlike listesinde belirlenen alt sistemler tek tek ele alınarak daha detaylı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Tehlikelerin sebepleri, etkileri, başlangıç ve önlem sonrası risk indeksi belirlenmiştir. Analiz sonucunda hazır beton üretim aşamasında toplam 34 tehlike belirlenmiş ve ilgili önleyici tedbirler sunulmuştur. En son uygulanan Fine Kinney metodu ile toplam 38 risk derecelendirilmiştir. Hazır beton santralinin 1. derece deprem bölgesinde olması, çalışma ortamındaki gürültü, transmikserin santrale yaklaşırken ve dolumdan çıkarken uygun manevralar yapmaması, çalışanların İSG eğitiminin olmaması ve işe uygun olmayan kişilerin çalıştırılması çok yüksek riskli olarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarının özellikle benzer sektör çalışanları ve yöneticilerine önemli katkılar sağlayacağı ön görülmektedir.

Kaynaklar

Altınok, A. (2016). Agrega Üretiminde İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Değerlendirilmesi.(Uzmanlık Tezi) Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Demirel, C., & Gültekin, Ö. (2017). Hazır Beton Tesisinin İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Risk Analizi Ve Değerlendirme Uygulaması. 2. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi, (s. 135-136). Kocaeli.

Ekibi, T. M. (2018). Hazır Beton İmalatı Kaynak Verimliliği Rehberi. Ankara: T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Evtushenko, A. I. (2019). Theoretical and experimental studies of dust in jobs in concrete. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering .

Gheibi, M., Karrabi , M., Shakerian, M., & Mirahmadi, M. (2018). Life cycle assessment of concrete production with a focus on air. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 89-98.

Göswein, V., Gonçaves, A. B., Silvestre, J. D., Freire, F., Habert, G., & Kurda, R. (2018). Transportation matters – Does it? GIS-based comparative environmental. Resources, Conservation & Recycling, 1-10.

Hazır Beton İmalatı Kaynak Verimliliği Rehberi, Ankara, 2018.

Karahan, V., & Akosman, C. (2018). Occupational Health Risk Analysis and Assessment in Cement Production Processes. Turkish Journal of Science & Technology, 29-37.

Karakaya Özkan, E. (2016). Hazır Beton Sektöründe İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Değerlendirilmesi. (Uzmanlık Tezi) Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Kurda, R., Silvestre, J. D., & Brito, J. d. (2018). Toxicity and environmental. Heliyon.

Putri, K. R., Achmadi, U. F., Arminsih, R., & Ramdhan, D. H. (2019). An Environmental Health Risk Assessment of Workers' Ambient Exposure to Particulate Matter of 2.5 Microns or Less. Indian Journal of Public Health Research & Developmen, 479-483.

Rachid , C., Ion, V., Irina, C., & Mohamed, B. (2015). Preserving and improving the safety and health at work: Case of Hamma Bouziane cement plant (Algeria). Safety Science, 145-150.

Raffetti, E., Treccani, M., & Donato, F. (2019). Cement plant emissions and health effects in the general population: a systematic review. Chemosphere, 211-222.

Rovira, J., Nadal, M., Schuhmacher, M., & Domingo, J. L. (2016). Alternative Fuel Implementation in a Cement Plant: Human Health Risks and Economical Valuation. Arch Environ Contam Toxicol , 473-484.

Topçu, A. D. (2016). Çimento Üretim Süreçlerindeki İş Sağlığı Ve Güvenliği Risklerinin Tespiti Ve Çözüm Önerileri (Uzmanlık Tezi)Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Xuana, D., Poon, C. S., & Zheng, W. (2018). Management and sustainable utilization of processing wastes from readymixed concrete plants in construction: A review. Resources, Conservation & Recycling, 238-247.