

# Betonarme, Çelik ve Hafif Çelik Binalarda İş Güvenliği Risklerinin Karşılaştırmalı Analizi

Müzeyyen Şahin<sup>1</sup>, G.Emre Gürcanlı<sup>2</sup>

## Özet

Ülkemizde, inşaat sektöründe meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıklarının oranı diğer sektörlerle göre oldukça yüksektir. Bunun önemli sebeplerinden biri de inşaat sektörünün kendine özgü koşullarının bulunmasıdır. Yapının türüne bağlı olarak farklı riskler ve farklı iş kazaları gündeme gelmektedir. Şantiye türlerine göre iş kazası dağılımlarına bakıldığında bina inşaatı şantiyeleri ilk sırada yer almaktadır. Şantiyelerin işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından daha emniyetli hale getirilmesi için kazalar oluşmadan risk analizi yapılması, hem işveren hem de çalışanlar açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada bir binanın taşıyıcı malzemesi; betonarme, çelik ve hafif çelik olarak değiştirilerek, iş güvenliği riskleri karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Bu çalışmanın amacı; ana yapı malzemesi farklı bina şantiyelerinde var olması muhtemel tehlikeleri önceden tespit ederek, tanımlanmış risklerin aktivite bazında kabul edilebilir olup olmadığına karar verebilmek, riskleri kontrol altına alabilmek için gerekli önlemleri belirlemek ve tasarım aşamasında gerekli iş güvenliği yönetimi uygulamalarını yerine getirmektir.

**Anahtar Kelimeler:** İş Güvenliği, Risk Analizi, Aktivite, İş Güvenliği için Tasarım

## Giriş

Tasarımcılar, mimarlar ve mühendisler; şantiye çalışanlarının iş güvenliği ve işçi sağlığı konusunda nüfuz sahibidirler. Gerçekte olması gereken bütün iş aktiviteleri ve seçilen malzemeler inşaat uygulamalarının güvenilirliğinin belirlenmesinde önemli faktörlerdir. Bu yüzden, baştan sona bir bütün olarak güvenlik, tasarımda ele alınması gerekli bir konudur (Frijters ve Swutse, 2008). Her projenin imalatında kullanılan teknolojik yöntemlerin değişmesi sebebiyle, iş kalemleri ve bu iş kalemleri sırasında oluşabilecek tehlikeler farklılık göstermektedir. Bu bağlamda; bir binanın ana yapı malzemesi değiştirilerek hafriyattan ince işlere kadar iş kalemleri listelenmiş, bu veriler ışığında; betonarme, çelik ve hafif çelik binalarda meydana gelebilecek aktivite bazında iş güvenliği tehlikeleri belirlenmiş, belirlenen bu tehlikelere karşılık gelen risk puanları hesaplanmış

<sup>1</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul. - mzynshn@gmail.com

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul. - gurcanlig@itu.edu.tr

ve ilgili risklerin tanımı yapılmıştır. Risk puanları hesaplanırken, şantiyede meydana gelebilecek her tehlike için kaza olasılığı, kaza şiddeti değerleri belirlenmiş ve 5x5 karar matrisi metodu kullanılmıştır. Betonarme, çelik ve hafif çelik binalar için belirlenen her tehlikeye karşılık hesaplanan risk puanlarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

## Risk ve Tehlike Kavramları

Şantiyelerdeki tehlikelerin ve risklerin belirlenmesinden önce tehlike ve risk kavramlarını açmak ve aralarındaki farklarda söz etmek gerekir. Tehlike ve risk arasındaki farkı belirtmek önemlidir. Riskler kişisel, çevresel, yapılan işin niteliğinden kaynaklı olabilir; kimi zaman iyi kimi zaman ise yetersiz bir şekilde nicelleştirilebilir. Riskin doğası ve kişinin risk üzerindeki denetimi, riskin kavranışını da değiştirecektir. En genel tanımıyla tehlike, zarara veya yaralanmaya doğal olarak neden olma potansiyeli barındıran herhangi bir şey olarak tanımlanırken, risk ise bir tehlikeden kaynaklanacak olan zarar veya yaralanmanın olasılığı olarak tanımlanabilir (Güranlı, 2008).

Tehlike; insan yaralanması ya da hastalığı, malın hasar görmesi, iş yeri çevresinin zarar görmesi ya da bunların kombinasyonuna neden olabilecek potansiyel bir durum ya da kaynaktır. İnsan sağlığına, çevreye veya mala herhangi bir zarar verme potansiyeline sahip olan durum, potansiyel bir zarar kaynağı, tehlikeli bir malzeme olabileceği gibi, yapılan bir aktiviteden de kaynaklanabilir (Güranlı, 2008). Bir tehlikenin ortaya çıkması olasılığa dayalıdır. Bu olasılık söz konusu tehlikeyi oluşturan koşullar ve etmenlerle birlikte değerlendirilmelidir. Tehlikeye maruz kalan kişilerin sayısı, ne sıklıkla tehlikeye maruz kalındığı, ne kadar süreyle tehlikeye maruz kalındığı, eğitim düzeyi, denetimin etkinlik düzeyi, çalışma koşulları ve yorgunluk, halsizlik, dikkatsizlik gibi etmenler tehlike olasılığı değişkenlerini oluşturmaktadır (Görgülü, 2008).

Risk sözlük anlamı olarak zarara uğrama tehlikesidir ve öngörülebilir tehlikeleri ifade etmektedir (Özkılıç, 2008). Risk; belirlenmiş tehlikeli bir olayın oluşma olasılığı ve sonuçlarının kombinasyonudur. İnsan sağlığına, çevreye veya mala gelebilecek bir zararın meydana gelme olasılığı olan risk, olağan çalışma esnasında mevcut bir tehlikenin yaratabileceği zarar şeklinde de tanımlanabilir (Güranlı, 2008). Başka bir deyişle; idrak edilmekte olan spesifik bir tehlikenin gerçekleşme olasılığı ve tehlikenin sonuçlarını kapsayan bir kavramdır (Özkılıç, 2005).

Tehlike ve risk arasındaki farkı ayırt etmek çok önemlidir. Bu kavramlar genellikle karıştırılır ve yüksek riskli diye adlandırılan aktiviteler genellikle yüksek tehlike içerir. Yalnızca kalıcı ve yüksek risk olan yerde kötü ve yetersiz sağlık ve güvenlik önlemleri mevcuttur (Hughes ve Ferret, 2007)

## Tehlike Analizi ve Risk Değerlendirmesi

Risk analiz yöntemleri risk kaynağının ciddiyetini, meydana gelme olasılığını ve meydana gelme zamanını saptamaya yarar. Olası tüm senaryolar incelenerek risk kaynağının yaratabileceği sonucun maliyeti bulunmaya çalışılır. Analizin ilk adımında maruz kalılabilecek riskli durumlara dair veriler toplanır. Bu veriler ya geçmiş kayıtlardan ya da işin uzmanı kişilerden alınır. Daha önceki projelerden elde edilen kayıtlar varsa bu kayıtlar nesnel veri olarak kabul edilip analizlerde kullanılabilir. Ne yazık ki inşaat uygulamala-

rında bu tür verilere ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu sebeple, uygun veriler genel- de konu ile ilgili uzmanların kişisel bilgilerinin sorgulanması ile elde edilmektedir. Risk analizinde amaç, eldeki verileri en iyi şekilde kullanarak gerçekçi tahminler yapılması, belirsizliğin doğuracağı sonuçların somut olarak ifade edilmesi ve doğru yorumlanmasıdır. Projenin tipine, büyüklüğüne, verilerin yeterliliğine, analizin tahmini maliyetine ve kişilerin analiz konusundaki deneyimlerine bağlı olarak önerilen pek çok risk analiz tekniği vardır. Risk analizi, risk kaynağının yapısına ve eldeki verilere göre nitel ya da nicel metotlarla yapılabilir (Güranlı, 2009).

Risk değerlendirme, tehlike potansiyeli bulunan maddelerle ilgili her türlü bilimsel bilgi ve malumatın düzenlenmesi ve analiz edilmesine yönelik sistematik bir yaklaşımdır. Daha basit ifadesiyle, problem formülasyonu, tehlike değerlendirmesi, tehlikeli maddeye maruz kalma etkilerinin analizi ve risk tanımlaması gibi ana kavramlardan oluşan risk analizidir (Özkılıç, 2005). Risk değerlendirme; riskin büyüklüğünü hesaplama ve riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar verme yani riskleri makul bir seviyeye indirebilmek için gerekli tedbirlerin belirlenmesi ve bu tedbirlerin hangilerinin öncelikle alınması gerektiğine karar verilmesi işlemidir (Güranlı,2008).

### Risk Değerlendirme Karar Matris Metodu

Basit olması açısından yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme yöntemi risk değerlendirme karar matrisidir. Bu çalışmada da kullanılan 5x5 matris diyagramı ile özellikle neden-sonuç ilişkileri değerlendirilir. Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi halinde sonucunun derecelendirilmesiyle ölçümü yapılır. Riskin derecelendirilebilmesi için olasılık ve sonucun şiddet derecesinin sayısal olarak ifade

**Tablo 1 - 5x5 Risk Matrisi Yönteminde Risklerin Sayısal Gösterimi**

L Tipi (5x5) Matris		KAZA ŞİDDETİ				
		Çok hafif (1)	Hafif (2)	Orta (3)	Ciddi (4)	Çok ciddi (5)
KAZA OLABİLİRLİĞİ	Çok düşük (1)	Anlamsız (1)	Düşük (2)	Düşük (3)	Düşük (4)	Düşük (5)
	Düşük (2)	Düşük (2)	Düşük (4)	Düşük (6)	Orta (8)	Orta (10)
	Ortalama (3)	Düşük (3)	Düşük (6)	Orta (9)	Orta (12)	Yüksek (15)
	Sık (4)	Düşük (4)	Orta (8)	Orta (12)	Yüksek (16)	Yüksek (20)
	Çok sık (5)	Düşük (5)	Orta (10)	Yüksek (15)	Yüksek (20)	Yüksek (25)

edilmesi yararlıdır (Gürcanlı,2006), (Özkılıç, 2005). Risklerin derecelendirilmesi ve değerlendirilmesi için gerekli olan risk puanı, kaza olabilirliği ve kaza şiddetinin çarpımından elde edilir. Burada özellikle olasılık değil, "olabilirlik" (likelihood) kavramı kullanılmıştır, zira özellikle inşaat sektöründeki kazalar incelenirken, olasılık kuramını kullanmak mümkün olmamakta, olabilirlik ölçeği kullanılmaktadır.

$$\text{Risk Puanı} = \text{Kaza Olabilirliği} \times \text{Kaza Şiddeti} \quad (1)$$

Tablo 1'de gösterilen Risk Puanı Belirleme matrisinde çıkan risk seviyesi, Tablo 2'deki Kabul Edilebilirlik Değerleri'ne göre değerlendirilir ve belirlenen tehlikelere göre en büyük değerden başlayarak gerekli önlemler alınır.

**Tablo 2 - Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri**

Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
Önemli Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılınca kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmesi ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

### **Kaza Olabilirliği**

Risk değerlendirmesi yapılırken kullanılan değişkenlerden biri kaza olabilirliğidir. Kazaya maruz kalan personel sayısı, tehlikeye maruz kalma sıklığı ve süresi, kontrol ve önlemlerin etkinliği azaltabilecek durumlar, tesis ve makinelerdeki güvenlik bileşenleri eksiklikleri, kişisel koruyucuların etkinliği ile kullanım sıklığı ve güvensiz davranışlar; kaza olasılığının belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken hususlardır (Gürcanlı,2006).

Bu çalışmada yapılan risk değerlendirmesinde betonarme, çelik ve hafif çelik bina inşaatlarındaki bütün iş kalemleri belirlenmiş ve bu aktivitelerin kendine has özellikleri göz önünde bulundurularak olası muhtemel tehlikeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu tehlikelere karşılık gelen "kaza olabilirliği" değeri, geçmişte meydana gelmiş kaza istatistiklerinden ve Nesimi Teoman Korkutan'ın Yüksek Lisans tezinden yararlanılarak elde edilmiştir.

5x5 Karar Matris metodu kullanılacağı için, kaza olabilirliği tanımlamaları ve derecelendirmeleri Tablo 3'de gösterildiği gibi 5 değer aralığında yapılmış ve kabul edilmiştir.

**Tablo 3 - Kaza Olabilirliği Tanımları ve Derecelendirme Basamakları**

Derecelendirme Basamakları	Kaza Olabilirliği	Tanım	Görülme sıklığı
1	Çok düşük	Bu tip kazanın bu tip bir proje süresince görülme olasılığı çok düşüktür	Yılda 1-2 defa
2	Düşük	Bu tip bir kaza bu tip bir proje süresince düşük olasılıkla görülebilir	Ayda 1-2 defa
3	Ortalama	Sık olmamakla birlikte gerçekleşmesi muhtemel kazalardır	Haftada 1-2 defa
4	Sık	Proje süresince sık gerçekleşen, yaşanması oldukça muhtemel kazalardır	Günde 1 defa
5	Çok sık	Bu tip bir kazanın, bu tip bir projede görülmemesi hemen hemen olanaksızdır	Günde 1'den fazla

### Kaza Şiddeti

Risk değerlendirmesi yapılırken kullanılan değişkenlerden diğeri işe kaza şiddetidir. Kaza şiddeti için; birden çok ölümlü veya ölümlü, büyük yaralanma, en az üç gün istirahat gerektiren yaralanmalar, ilk yardım gerektiren küçük yaralanmalar, hasar ya da yaralanmaya neden olmayan kazalar gibi tanımlar yapılmaktadır (Gürcanlı,2006).

Bu çalışmada tespit edilen bütün aktivitelere karşılık gelen tehlikeler için "kaza şiddeti" değeri; Nesimi Teoman Korkutan'ın Yüksek Lisans tezi, bina inşaatlarında tecrübe sahibi kişilerin görüşleri ile belirlenmiştir. Kaza şiddetinin belirlenmesinde, tehlike içeren bir olayın gerçekleşmesi halinde çevrenin ve çevrede bulunan kişilerin zarar görme dereceleri göz önünde bulundurulmuştur.

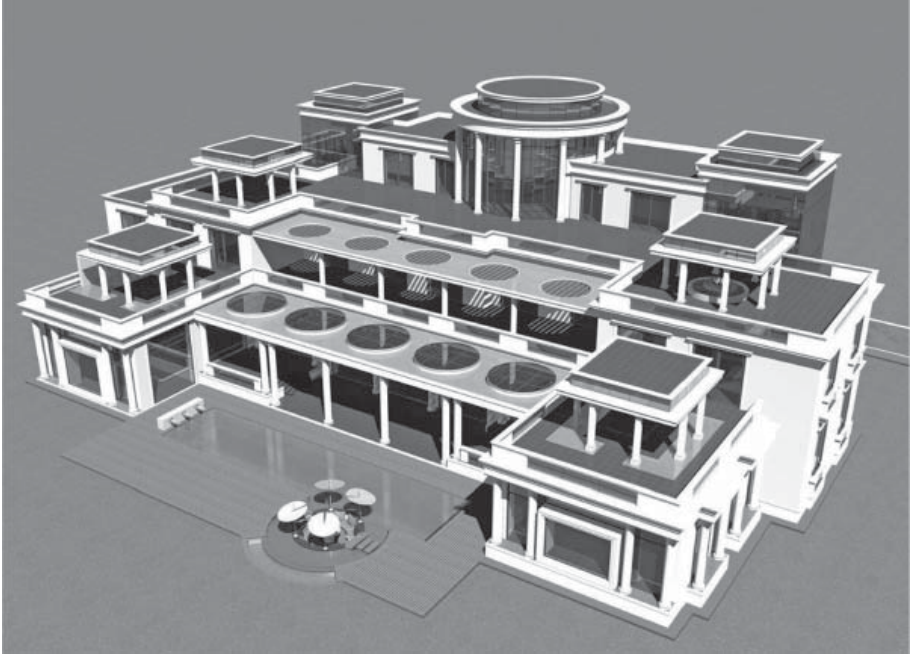
Kabul edilen kaza şiddeti değerlerinin derecelendirme ve tanımları, 5 değer aralığı olacak şekilde Tablo 4'de gösterilmiştir.

**Tablo 4 - Kaza Şiddeti Tanımları ve Derecelendirme Basamakları**

Derecelendirme Basamakları	Kaza Şiddeti	Tanım
1	Çok hafif	İlyardım gerektiren küçük yaralanma, iş saati kaybı yok
2	Hafif	Kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi ve ilk yardım gerektiren yaralanma, iş günü kaybı yok
3	Orta	En az üç gün istirahat gerektiren hafif yaralanma, yatarak tedavi gerekir
4	Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
5	Çok ciddi	Ölüm, sürekli iş görmezlik

## Temel İş Kalemleri İçin Risk Puanları Hesabı ve Toplam Risk Puanı

Bu çalışmada, Som Mimarlık Mühendislik tarafından Bakü - Azerbaycan 'da yapılmış olan Şekil 1'de gösterilen villa projesi esas olarak alınmıştır. Temel, zemin katı, 1. kat, 2. kat ve çatıdan oluşan villa çelik olarak tasarlanmıştır.



Şekil 1 - Villanın Mimari Görünümü

Binanın ana iş kalemleri belirlendikten sonra, hafriyattan ince işlere kadar tüm alt iş kalemleri listelenmiştir. Çalışmanın amacı gereği binanın ana yapı malzemesi değiştirilerek, betonarme ve hafif çelik için de aynı işlemler yapılmıştır. Binanın taşıyıcı yapı malzemesi betonarme olduğunda 134, çelik olduğunda 148, hafif çelik olduğunda ise 129 alt iş kalemi tespit edilmiştir.

Belirlenmiş tüm aktivitelere karşılık gelen tehlikeler, iş kaleminin kendine özgü yapısı ve hangi aşamada yapıldığı göz önünde bulundurularak tespit edilmiştir. Örneğin; kalıp montajının yapılmasında temel seviyesinde yüksekten düşme tehlikesi bulunmazken, ikinci katın kalıp montajında yüksekten düşme tehlikesi ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Tehlikelere karşılık gelen risk puanlarının hesaplanması için, kaza şiddeti ve kaza olabilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Kaza şiddeti ve kaza olabilirliği değerlerinin belirlenmesinde Tablo 3 ve Tablo 4'te bulunan derecelendirme basamaklarının yanı sıra geçmiş kaza istatistiklerinden, Nesimi Teoman Korkutan'ın Yüksek Lisans tezi, bina inşaatlarında tecrübe sahibi kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. Kaza şiddeti ve kaza olabilirliği değerlerinin belirlenmesinin ardından, bu değerler 5x5 matrisinde yerine konularak risk puanları belirlenmiştir. Ana yapı malzemesinin değişiklik göstermesiyle aktiviteler ve

aktivitelere karşılık gelen risk puanları iş yapısına göre farklılaştığı gibi bazı durumlarda hiç değişmediği de gözlemlenmiştir.

Örneğin her üç sistemde de bulunan ve risk puanları aynı olan iş kalemlerinden biri; kazı aşamasındaki dolgu yapılması işlemidir. Tablo 5'te dolgu yapımı aktivitesine karşılık gelen tehlikeler ve bu tehlikeler için belirlenmiş kaza olasılığı, kaza şiddeti ve risk puanları gösterilmiştir.

**Tablo 5 - Dolgu Yapımı İçin Risk Puanları Tablosu**

Alt İş Kalemleri / Tehlikeler	Betonarme			Çelik			Hafif Çelik		
	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.
Dolgu yapılması									
Kazı kenarlarının göçmesi	2	3	6	2	3	6	2	3	6
İnsanların veya araçların kazı alanına düşmesi	2	3	6	2	3	6	2	3	6
Çalışanların üzerine cisim düşmesi	1	2	2	1	2	2	1	2	2
Komşu yapıların kazı sonucu zemin desteğinin zayıflaması	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Kazı yapılan yerlerde bulunan elektrik, su vb. hatlara zarar verilmesi	1	3	3	1	3	3	1	3	3
İş makinelerinden doğabilecek tehlikeler	3	3	9	3	3	9	3	3	9
Toplam Risk Puanı			35			35			35

Yalnızca bir tek sistemde bulunan iş kalemlerine ayrı ayrı örnek vermemiz gerekirse; sadece betonarme sistemde bulunan alt iş kalemlerinden biri de, 2. kat imalatlarındaki beton dökümü işlemidir. Tablo 6'da beton dökümü aktivitesine karşılık gelen tehlikeler ve bu tehlikeler için tespit edilmiş kaza olasılığı, kaza şiddeti ve risk puanları gösterilmiştir.

Sadece çelik sistemde bulunan alt iş kalemlerinden biri, 2. kat imalatlarında bulunan çelik kolonların aplike edilen plakalara yerleştirilmesi işlemidir. Tablo 7'de çelik kolonların aplike edilen plakalara yerleştirilmesi aktivitesine karşılık gelen tehlikeler ve bu tehlikeler için belirlenmiş kaza olasılığı, kaza şiddeti ve risk puanı değerleri gösterilmektedir.

Sadece hafif çelik sistemde bulunan alt iş kalemlerinden biri, 2. kat imalatlarında bulunan çapraz rüzgar bağlantılarının montajıdır. Tablo 8'de çapraz rüzgar bağlantılarının montajı aktivitesine karşılık gelen tehlikeler ve bu tehlikeler için belirlenmiş kaza olasılığı, kaza şiddeti ve risk puanı değerleri gösterilmektedir.

İki sistemde bulunmasına rağmen diğer sistemde bulunmayan iş kalemi için, çelik ve hafif çelik sistemlerde bulunan fakat betonarme sistemde bulunmayan asma tavan imalatı örnek olarak verilebilir. Tablo 9'da asma tavan imalatı aktivitesine karşılık gelen tehlikeler ve bu tehlikeler için belirlenmiş kaza olasılığı, kaza şiddeti ve risk puanı değerleri gösterilmektedir.

**Tablo 6 - Beton Dökülmesi İçin Risk Puanları Tablosu**

Alt İş Kalemleri / Tehlikeler	Betonarme			Çelik			Hafif Çelik		
	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.
Betonun dökülmesi									
Malzeme düşme tehlikesi	2	2	4	-	-	-	-	-	-
Kalıp deformasyonu nedeniyle göçme meydana gelmesi	2	4	8	-	-	-	-	-	-
Yüksekten düşme tehlikesi	2	4	8	-	-	-	-	-	-
Pompanın bakımsızlığından doğabilecek tehlikeler	3	3	9	-	-	-	-	-	-
Toplam Risk Puanı			29						

**Tablo 7 - Çelik Kolonların Aplike Edilen Plakalara Yerleştirilmesi İçin Risk Puanları Tablosu**

Alt İş Kalemleri / Tehlikeler	Betonarme			Çelik			Hafif Çelik		
	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	RP
Çelik kolonların aplike edilen plakalara yerleştirilmesi									
Yüksekten düşme tehlikesi	-	-	-	3	5	15	-	-	-
Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	-	-	-	3	3	9	-	-	-
Elle taşıma işlerinde ve el aletlerinin kullanılmasındaki tehlikeler	-	-	-	3	2	6	-	-	-
Malzeme düşme tehlikesi	-	-	-	3	4	12	-	-	-
Kaynak elemanlarının uygunsuzluğundan meydana gelebilecek tehlikeler	-	-	-	4	3	12			
Toplam Risk Puanı						54			

**Tablo 8 - Çapraz Rüzgar Bağlantılarının Montajı İçin Risk Puanları Tablosu**

Alt İş Kalemleri / Tehlikeler	Betonarme			Çelik			Hafif Çelik		
	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.
Çapraz rüzgar bağlantılarının montajı									
Yüksekten düşme tehlikesi	-	-	-	-	-	-	3	5	15
Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	-	-	-	-	-	-	3	3	9
Elle taşıma işlerinde ve el aletlerinin kullanılmasındaki tehlikeler	-	-	-	-	-	-	3	2	6
Malzeme düşme tehlikesi	-	-	-	-	-	-	3	5	15
Toplam Risk Puanı									45



**Tablo 9 - Asma Tavan İmalatı İçin Risk Puanları Tablosu**

Alt İş Kalemleri / Tehlikeler	Betonarme			Çelik			Hafif Çelik		
	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.	K.O.	K.Ş.	R.P.
Asma tavan yapılması									
Yüksekten düşme tehlikesi	-	-	-	3	2	6	3	2	6
Malzeme düşme tehlikesi	-	-	-	3	3	9	3	3	9
Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	-	-	-	2	3	6	2	3	6
Toplam Risk Puanı						21			21

Tüm alt iş kalemlerine karşılık gelen tehlikelerin risk puanları hesaplandıktan sonra, bu risk puanları toplanarak Tablo 10'da gösterilen ana iş kalemlerinin toplam risk puanları elde edilmiştir.

**Tablo 10 - Ana İş Kalemleri ve Risk Puanları**

Ana İş Kalemleri	Risk Puanları		
	Betonarme	Çelik	Hafif Çelik
Kazı İmalatları	169	169	164
Temel İmalatları	58	63	58
Zemin Kat İmalatları	147	466	292
1.Kat İmalatları	163	474	319
2.Kat İmalatları	183	537	364
Çatı İmalatları	793	536	536
Duvar& Tavan İmalatları	54	42	84
Sıva & Şap İmalatları	108	86	63
Boya &Badana İmalatları	92	12	12
Yer & Duvar Kaplama İşleri	24	54	54
Kapı, Pencere ve Doğrama Montajları	108	108	108
Ahşap Parke ve Marley İmalatları	16	16	16
Alt yapı ve Çevre Düzenlemesi	75	75	75
İskele Kurulumu	92	40	40
Mekanik İşler	324	324	324
Elektrik İşleri	306	306	306
Toplam Risk Puanı	2712	3308	2815

Alt yapı ve çevre düzenlemesi, kapı - pencere ve doğra montajları, ahşap parke ve marley imalatları, mekanik ve elektrik işleri gibi ana kalemlerde üç sistem de aynı derecede risk altındadır. Kazı ve temel işlerinde ise çok küçük bir fark mevcuttur. Zemin kat, 1. kat ve 2. kat imalatlarında en düşük risk seviyesine sahip olan sistem betonarme, en fazla

riske sahip sistem ise çeliktir. Çelik ve hafif çelik sistemlerde çelik konstrüksiyon olarak tasarlanan çatı imalatları betonarme sitemde kullanılan ahşap çatıya göre daha az risklidir. Duvar - tavan imatlarında en az riskli sistem çelik iken; yer - duvar kaplama imatlarında en az riskli sistem betonarmedir. Toplam risk puanları açısından ele alınacak olursa, 2712 puan ile betonarme en az riskli sistem, 2815 puan ile hafif çelik daha riskli sistem, 3308 puan ile çelik en riskli sistemdir.

Çelik olarak tasarlanan binanın en riskli sistem olmasının nedeni, diğer sistemlere oranla daha çok iş kaleminin bulunmasının yanı sıra bu iş kalemlerinin riskli bir yapıya sahip olmasıdır. Ana başlıklar halinde belirlenmiş tehlikeler için, meydana gelebileceği aktivitenin türüne ve aşamasına göre hesaplanmış risk puanlarının kabul edilebilirlik değerlerine göre sayısal dağılımı Tablo 11'de gösterilmiştir. Bu tabloda da anlaşılacağı gibi, çelik sistemde toplam risk sayısına bakıldığında özellikle önemli riskler ve orta düzey risklerde sayının fazla olması riskli aktiviteler barındırdığını göstermektedir. Özellikle çelik malzemenin ağırlığından ve büyük bloklar halinde montajlanması gerektiğinden dolayı vinç kullanılması ve bu vinç kullanımından doğabilecek kazaların, çelik bina yapımında oluşabilecek risk seviyesi yüksek kazalardandır.

**Tablo 11 - Belli Risk Puanlarına Sahip Tehlikelerin Sayısal Dağılımı**

	Risk Puanı	Tehlikeler	BETONARME		ÇELİK		HAFİF ÇELİK		
			Risk sayısı	Toplam Risk Sayısı	Risk sayısı	Toplam Risk Sayısı	Risk sayısı	Toplam Risk Sayısı	
<b>KATLANILMAZ RİSKLER</b>	25	İnsanların veya araçların kazı alanına düşmesi	1	2	1	2	1	2	
		Kazı yapılan yerlerde bulunan elektrik, su vb. hatlara zarar verilmesi	1		1		1		
<b>ÖNEMLİ RİSKLER</b>	20	Yüksekten düşme tehlikesi	19	34	11	21	9	17	
		Kaldırma aletlerinin kullanımından gelen tehlikeler	13		8		8		
	16	Malzeme düşme tehlikesi	2		2		2		
		Yüksekten düşme tehlikesi	2		1		1		
	15	Malzeme / kalıp düşme tehlikesi	3	5	-	1	-	4	
		Makine kullanımından gelen tehlikeler	-		-		3		
	<b>ORTA DÜZEY RİSKLER</b>	12	Yüksekten düşme tehlikesi	1	15	13	38	9	24
			Malzeme düşme tehlikesi	13		24		14	
		10	İş makinelerinden doğabilecek tehlikeler	1		1		1	
			Kazı kenarlarının göçmesi	1		1		1	
9		Yüksekten düşme tehlikesi	3	16	13	55	9	37	
		Malzeme düşme tehlikesi	5		25		17		
8		Elle taşıma işlerinde ve el aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	3		-		-		
		Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	4		3		3		
<b>KATLANILABİLİR RİSKLER</b>		6	Kaynak elemanlarının uygunsuzluğundan meydana gelebilecek	-		13		7	
			Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	4		3		3	
	5	Elle taşıma işlerinde ve el aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	8	10	2	2	2	2	
		Düşme tehlikesi	1		-	2	-	2	
	4	Yüksekten düşme tehlikesi	1		-		-		
		Yüksekten düşme tehlikesi	1		12		9		
	3	Malzeme düşme tehlikesi	7		7		9		
		Kompo yapıların kazı sonrası zemin desteğinin zayıflaması	2		2		2		
	2	İş makinelerinden doğabilecek tehlikeler	2		2		2		
		İnsanların veya araçların kazı alanına düşmesi	1	43	1	69	1	64	
1	Pompanın bakımsızlığından doğabilecek tehlikeler	4		1		1			
	Elle taşıma işlerinde ve el aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	1		1		1			
8	Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	24		42		39			
	Makine ve tezgahların kullanımından gelen tehlikeler	1		1		1			
6	Yüksekten düşme tehlikesi	2	6	-	-	-	-		
	Malzeme düşme tehlikesi	2		-		-			
5	Kalıp deformasyonu nedeniyle göçme meydana gelmesi	2		-		-			
	Kazı kenarlarının göçmesi	2		2		2			
4	İnsanların veya araçların kazı alanına düşmesi	1		1		1			
	Kazı yapılan yerlerde bulunan elektrik, su vb. hatlara zarar verilmesi	1		1		1			
3	Kalıp deformasyonu nedeniyle göçme meydana gelmesi	2		1		1			
	Düşme tehlikesi	2		-		-			
2	Yüksekten düşme tehlikesi	8		2		5			
	Elle taşıma işlerine ve el aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	76		93		88			
1	Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	36		38		40			
	Yüksekten düşme tehlikesi	2		-		-			
4	Çalışanların üzerine cisim düşmesi	1		1		1			
	Kazı yapılan yerlerde bulunan elektrik, su vb. hatlara zarar verilmesi	1		1		1			
3	İş makinelerinden doğabilecek tehlikeler	1		1		1			
	İnsanların veya araçların kazı alanına düşmesi	1	43	1	27	-	31		
2	Elle taşıma işlerinde ve el aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	21		17		19			
	Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	6		3		3			
1	Malzeme düşme tehlikesi	7		2		4			
	Makine ve tezgahların kullanımından gelen tehlikeler	3		-		-			
3	Kazı yapılan yerlerde bulunan elektrik, su vb. hatlara zarar verilmesi	1	1	1	2	1	1		
	Elektrikli aletlerin kullanımından gelen tehlikeler	-		1		-			
2	Çalışanların üzerine cisim düşmesi	1		1		1			
	Makine ve tezgahların kullanımından gelen tehlikeler	1	2	1	3	1	2		
1	Elle taşıma işlerine ve el aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	-		1		-			
	İnsanların veya araçların kazı alanına düşmesi	1		1		1			
<b>ÖNEMSİZ RİSKLER</b>	1	El aletlerinin kullanımındaki tehlikeler	1	3	1	3	-	2	
		Düşme tehlikesi	1		1		1		

## Sonuç

Ana yapı malzemesinin değişmesi ve proje süresinin gösterdiği değişkenlikle birlikte her bir projenin farklı aşamalarında karşılaşılan riskler projeye başlanmadan tespit edilerek, dikkatli davranılması ve üzerinde durulması gereken aktiviteler öngörülme çalışılmıştır. Binalarda farklı taşıyıcı elemanların kullanılmasıyla birlikte değişecek olan aktivite sayısının, değişik tehlikelerin, bunlara karşılık gelen risklerin ve iş kazalarının ne ölçüde birbiriyle farklılık göstereceği analiz edilmiş olup, tasarımdaki farklılıklara göre en az riske sahip bina türünün ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Halen sürmekte olan bu çalışmada; kontrol ve karar mekanizmalarını güçlendirmek amacıyla; her bir iş kaleminin projedeki mantıksal yeri belirlenerek, bilgisayar yazılımı kullanılarak birer iş programı oluşturularak, bu iş programları sayesinde her bir projenin en riskli aşaması, riskli faaliyetlerin hangi zamanda başlayıp hangi zamanda biteceği ve bu dönemlerde alınacak güvenlik önlemleri önceden belirlenmeye çalışılmaktadır.

## Kaynaklar

- Behm, M., 2005. "Linking Construction Fatalities to The Design for Construction Safety Concept", *Safety Science*, 43, 589-611.
- Birecikli, M., 2007. *Şantiye Tekniği ve Şantiyede İş Güvenliği*, Birsen Yayınevi, İstanbul
- Frijters A.C.P., Swuste P. H. J. J., 2008. "Safety Assessment in Design and Preparation Phase", *Safety Science*, 46, 272-281.
- Gangolells, M., Casals, M., Forcada N., Roca, X., Fuertes, A., 2010. "Mitigating Construction Safety Risks Using Prevention Through Design", *Journal of Safety Research*, 41, 107-122.
- Görgülü, M., 2008. *Yapı Üretiminin Temel Aşamalarında Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Öneri*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Gürcanlı, G. E., 2006. "İnşaat şantiyelerinde Bulanık Kümeler Yardımıyla İş Güvenliği Risk Analizi Yöntemi" İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul.
- Gürcanlı, G. E., Korkutan, N. T., Müngen U., 2010. "An Approach For Estimating Total Cost Of Occupational Safety For Building Constructions" *Proceedings of The Fourth International Conference on Construction Engineering and Project Management (IC-CEPM-2011)*, 16 - 18 February 2011 in Sydney, Australia.
- Gürcanlı, G.E., Müngen, U., 2009. "An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(2), 371-387.
- Gürcanlı, G. E., 2008. *Tehlike Analizi ve Risk Değerlendirmesi*, İTÜSEM İnşaat sektöründe İş güvenliği Sertifika Programı Şantiyelerde İş güvenliği Kurs Notları 3, İstanbul.
- Gürcanlı, G. E., 2009. "Sözleşme Yönetimi Ders Notları", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Hughes, P., Ferrett, E., 2007. *Introduction to Health and Safety in Construction Second Edition*, Elsevier, Oxford.

- Korkutan, N.T., 2010. "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Maliyetlerinin Bina İnşaatı Toplam Maliyetlerine Etkisi" İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kuruoğlu, M., 2002. İnşaat Sektöründe Bilgisayar Destekli Planlama Metot ve Örnekleri, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Kuruoğlu, Y., Akyıldız, B., Kuruoğlu, M., 2007, "Fiziksel Güce Dayalı Çalışan İnşaat İşçilerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Bulanık Mantıkla Risk Analizi", 4. İnşaat Yönetimi Kongresi, İstanbul.
- Özkılıç, Ö., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, Ankara.
- Özkılıç, Ö., 2008. "İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi", İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi Sayı:40, Ankara.
- Som Mimarlık Mühendislik Ltd. Şti. Kartaltepe Mahallesi Alem Sokak Billursaray Apt. No:3 D:13 Bakırköy-İstanbul Tel: 0212 - 572 71 00 Yetkili : Mustafa Keyif Şantiye Yeri : Bakü - Azerbaycan