

YÜRÜYEN MERDİVEN SEKTÖRÜNDE ÇELİK KONSTRÜKSİYON İMALATINA FARKLI BİR YAKLAŞIM

Koray KALAY
Löher Asansör ve Y.Merdiven San. Tic. A.Ş.
koraykalay@loher.com.tr

ÖZET

Yürüyen merdiven sektöründe talebin hızlanmasıyla beraber değişik çözümlere de ihtiyaçlar doğmaktadır. Dolayısıyla bu çözümleri yaratırken karşılaşılabileceğimiz zorluklar ile ilgili hepimizin çeşitli fikirleri vardır. Gerekli malzeme temini, insan kaynakları, bilgiye ulaşabilme. Bu saydığım konuların hepsi gerektiğinde bizi sıkıntıya sokabilir. Ayrıca benzeri bir projede çalışırken palanlama ve teklif aşamasında daha sonrasında neler ile uğraşacağımızı bilmek büyük bir avantajdır.

Bizde bu konu ile ilgili deneyimlerimizi sizin ile paylaşarak siz meslektaşlarımız ile beraber daha sorunsuz ve daha iyi projelere imza atmak isteriz. Farklı bir çelik konstrüksiyon projesine değişik mühendislik yaklaşımlar ile çözümler getirmeye çalıştık. Bu deneyimlerimizi ve önerilerimizi bilgilerinize sunmaktayım.

Anahtar Kelimeler : Yürüyen merdiven, Çelik konstrüksiyon

ÖZET

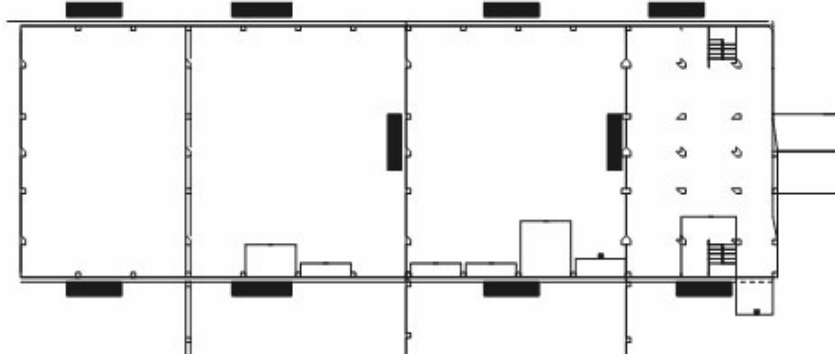
Aydın'ın Nazilli ilçesinde bulunan pazaryeri ve katlı otopark binasında, üst katlarında pazara dahil edilmesi kararı alındı. Dolayısıyla üst katlardaki tezgahlara olan talebi sağlamak amacıyla trafik akışını rahatlatıcak bir ek yapma gereği duyuldu. Başta düşünülen yürüyen band çözümüün fiyat olarak yüksek kalmasından dolayı, buraya yürüyen merdiven çözümü düşünüldü.. Katlı otopark olarak kullanılan, Pazaryeri üstündeki üç katın normal merdivenler haricinde yürüyen merdivenlerle takviye edilmesi ve bir çıkış bir iniş hattı olmak üzere iki hatlı bir imalatın yapılması kararı verildi.

Bir sonraki aşama bu merdivenlerin binaya uygun şekilde yerleştirilmesiydi. Başta binanın içinde düşünülen merdivenlerde, firmamız ile görüşüldüğünde verilen ölçüler ve yapılan keşif sonucu kolonlar arasının bu ölçülere uygun olmadığı anlaşıldı. Kirişler arasında kalan alan merdivenin çıkış ve inişte baş üstü koruma mesafelerini sağlamıyordu. Bunu sağlamak için giriş kesilmesi gerekiyordu ki bu çözüm Belediye Fen heyetince ve firmamızca tercih edilmeyen bir çözümdü. Bu seçenekten yapının statikçileri ile yapılan görüşme sonucu kesinlikle vazgeçildi.

Bu durumda geriye bir seçenek kalmıştı, binanın dışından çelik konstrüksiyon içerisinde bir sistem kurulması. Bu nedenle merdivenlerin dışarı yerleştirilmesi kesinleşti.

Ancak merdiven yapılacak bina mimarisi incelendiğinde binanın çepeçevre diğer bloklardan dilatasyonlarla ayrıldığı görüldü. Bizim zemin kat olarak kullanacağımız alanın altları otopark olarak yapılmış ayrı binalardı ve ortadaki ana bina bu binalardan dilatasyonlarla tamamen izole edilmiş durumdaydı.

MERDİVEN YAPILACAK BİNA DİLATASYON DURUMU



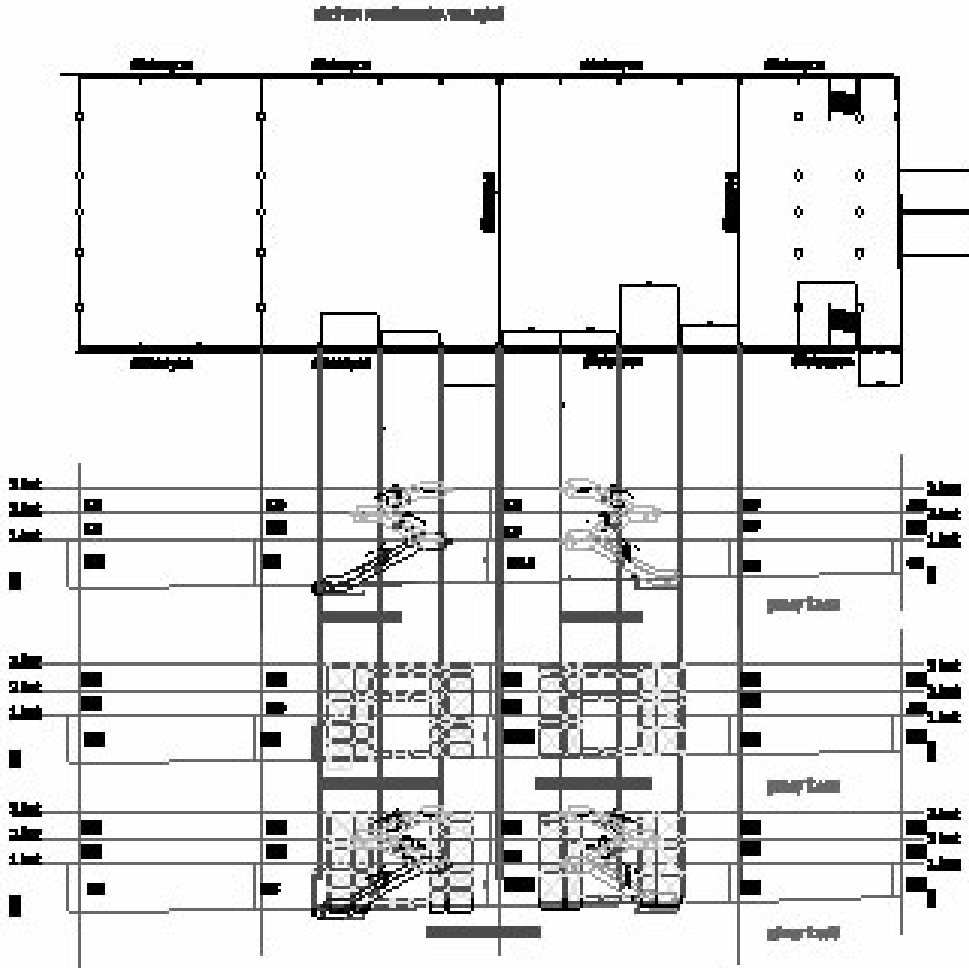
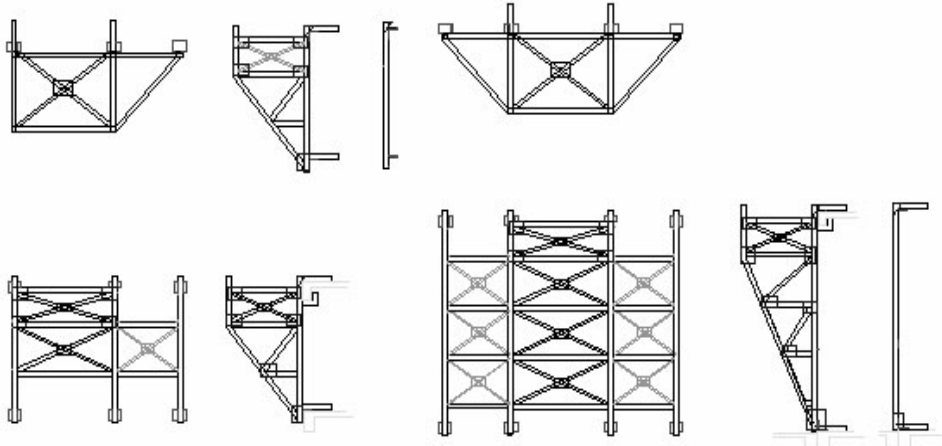
Dışarıda uygun yer tespiti ile beraber gene bir karar verilmesi gerekiyordu. Yürüyen merdiven bağlantı noktaları rijit olmak zorundadır. Bu yüzden dilatasyon alanları içinde kurulma zorunluluğu, konstrüksiyonun sadece bir binaya bağlanmasını zorunlu kılıyordu.

1. Merdivenler ana binaya bağlanırdı. Bu durumda askı sistemi yapılarak, merdivenler ana binaya bağlanır ve alt binalardan bağımsız çalışabilirdi. Dezavantaj askı sistemindeki bütün yük ve titreşimler ana bina betonarmesine yanal yük olarak binecekti.
2. Veya otopark olarak kullanılan yan binanın betonarmesine bağlanır, ana binadan bağımsız çalışırdı. Dezavantaj ana bina ile ankraj yapılamayacak ve kendi başına herhangi bir yerden destek almadan duracak olmasıydı.

Alt binalara oturan bir konstrüksiyonun zamanla dilatasyonlardaki açılmalardan dolayı ana binadan ayrılabilceği ve bir desteği olmadan bu kadar havaleli bir yükün taşınmasının riskli olacağı düşünülerek merdivenleri asma yapma fikri daha ağır bastı ve askı sistemi için ön projeler hazırlandı.

Aşağıda yapılması planlanan askı sisteminin ön projelerinden bir bölümü görebilirsiniz. Bu projenin tasarımı Serkon danışmanlığa aittir.

Ön projeler sonrası yükleme kuvvetleri hesaplanıp betonarme kiriş ve kolonlara gelecek yükler yeniden hesaplandı. Ancak ortaya çıkan yükler ve kirişlerde oluşan gerilmeler güvenlik sınırlarını oldukça fazla aşmaktaydı. Betonarme sistemde bir kuvvetlendirme yapmadan bu tür bir uygulamanın yapılması mümkün değildi. Burada yapılacak saplamaların kolonlara getireceği yüklerin fazlalığı ve yapılacak ankrajları etkileyecek çok fazla etken ve risk olması vazgeçilmesi için bir diğer büyük nedendi. Ve son olarak serbest kendi kendini taşıyan özel bir konstrüksiyon yapımında hemfikir olundu. Aşağıda Serkon Danışmanlıkça hazırlanan binaya göre yerleştirilmiş ihaleye esas olan merdiven sistemi verilmiştir.



İlk başta çok sorun olmadığı düşünülse'de daha sonra projenin en çok zorlanılan bölümlerinden biri oldu. Çünkü normal bir zeminde bu işlemleri yapmak gayet kolaydı. İhtiyacımız olan şey kuyu içingerekli su tecriti ve yük noktalarına gerekli desteği sağlayacak bir temel sistemi idi.

Ancak burada durum biraz daha farklı idi. Tespit edilen yerin altı otopark olarak kullanılmaktaydı. Fakat otoparkın üstü yol olarak tasarlandığı için merdiveni taşınması planlanan kolon kiriş sisteminin bizim yapımızı taşıyacak yeterliğe sahip olmaması muhtemeldi.

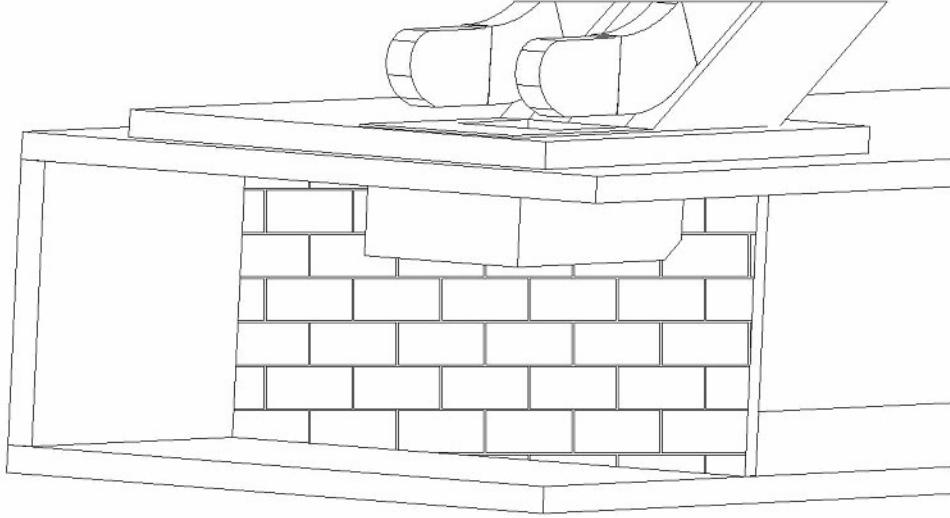
Burada artık kendi mesleğimizin sınırları dışına çıkmaya başlamıştık ve desteğe ihtiyacımız vardı. Ege üniversitesinde öğretim görevliliği yapan, aynı zamanda sektörün saygın isimlerinden Sayın mimar ve mühendis Ergin ALGİM bey'den danışmanlık hizmetleri aldık.

Projeler üzerinden ve kendisinin şahsi keşifleri sonucu hangi kolon ve kirişlerin kullanılabileceği, sorun yaratıp yaratmayacağı tespit edildi. Bu konstrüksiyon tipi için yer tespit çalışmaları ve röleve alımları gerçekleştirildi. Birinci dikkat edilen nokta dilatasyonlar arasında rijit yerler bulmaktı. Bu aşama için çözüm geliştirildi.

Ancak Yer tespitinde önemli başka noktalar vardı. Konstrüksiyonun ayaklarının basacağı, dolayısıyla bütün yükün aktarılacağı noktalar. Üstelik bu noktalar tespit edilirken zemin kat merdiveni için kuyu açılması gerekiyordu. Yani taşıyıcı kirişlerin seçimi yapılırken kazılacak kuyu içinde bir yer aranması gerekiyordu. Alt merdiven istasyonu böyle bir yük düşünülmeden yapılmış otopark tavan betonu ve kirişi üstüne geliyordu.

Proje ekibinde stres artmaya başlamıştı ki danışmanlarımızdan Ergin ALGİM tarafından bir çözüm bulundu. Evet hem ayakları uygun kirişlere yerleştirip hem de gereken kuyuyu kirişleri kesmeden açmanın bir yolu yoktu, ancak otopark bölümünde ufak bir yer kaybıyla (1 arabalık) kesilen kiriş güçlendirilebilirdi. Üstelik bu işlem için düşünüldüğü gibi çelik konstrüksiyonda kullanılmadı. Çünkü bu konstrüksiyonun ayaklarında zımbalama tehlikesi vardı.

Burada aşağıda da basitçe resmini de göreceğiniz kirişleri saran dolu tuğlalardan oluşan bir duvar örülecek (200mm. Genişliğinde ve 4000mm. Uzunluğunda) ve altına zemin açılarak özel duvar altı temeli hazırlanacaktı. Üst kısımda ise kuyu kenarlardan yaklaşık 1 m dar kesilecek ve daha sonra demirleri kullanabilmek için kalan kısım kırılacaktı. Bu kırımın ardından ortaya çıkan demirleri de kullanarak kuyu çevresine yeni bir kiriş sistemi oluşturuldu. Hemen altına dolu tuğlalardan bir duvar örülerek kirişlerdeki yük, hazırlanan temele yayılı yük şeklinde iletildi. Burada anahtar malzemelerden biride kullanılan triamik çimento idi. Tüm duvar bu çimento ile hazırlanan harç ile örüldü. Çünkü bu çimentonun özelliği dondukça genişlemesi ve duvarı sıkıştırmasıydı.



Bu bilgileri kullanarak ve merdiven imalat ölçüleri dikkate alınarak bir ön proje hazırlandı.

Hazırladığımız bu proje için kendi hesaplamalarımızı uyguladık ve sistemi solidworks programı ile 3 boyutlu modelledik. Ardından cosmosworks ile statik analize tabi tuttuk. Optimum konstrüksiyon tipini belirlediğimizde artık proje için sonuca yaklaştığımızı hissetmiştik.

Fakat henüz proje tam olarak bitmemişti, çünkü yapılacak yapı öncelikle insan taşıyacak ve insanların yoğun olarak bulunduğu bir yerin (Pazar yeri) üzerinde yer alacaktı; Risk göze alınamayacak kadar büyüktü !!!

İşte bu nedenlerden daha önce beraber bir çok proje yürüttüğümüz ve Ar-Ge çalışmalarımızdan desteğini esirgemeyen Dokuz Eylül Üniversitesinden Prof. Dr. Hira Karagülle Ve Doç. Dr. Zeki Kırıl' dan yaptığımız çalışmaları gözden geçirmelerini istedik. Yaptıkları analizler sonucu konstrüksiyonun merdiveni taşıyan atkılarının iki yanındaki gerilmeyi dağıtmak amacıyla iki ek destek profil eklenmesi önerildi. Birde konstrüksiyonda kullanmayı düşündüğümüz çaprazların etkileri konusunda şüphelerimiz vardı ve bu konuda da gerekli bilgiler alındı. Aşağıdaki resimlerde yapılan değişikliği ve analizlerin genel görünümünü bulabilirsiniz. Ayrıca ekte analiz raporundan bir bölümde bulabilirsiniz.

İlk yapılan analizler sonrası sehim miktarının istenen değerlerin üstünde görülen yerlerde kuvvetlendirme yapılarak hazırlanan yeni konstrüksiyon planı, yüklemesi ve analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Analizlerden de görüldüğü gibi sehim ve gerilme değerleri kabul edilen seviyelere inmiştir. (1/1000 sehim oranı altında kalınmıştır. 2 m de 2 mm in altında)

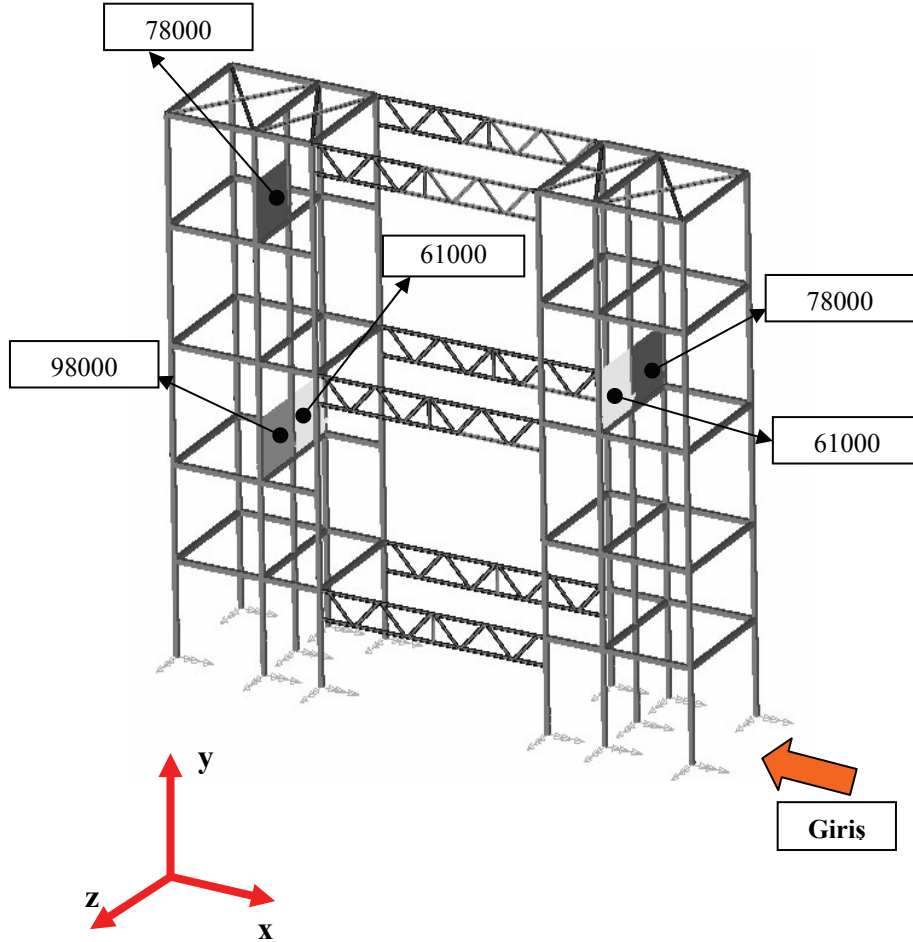
Analizlerde flanşlar modellenmemiştir. Flanşlar yük dağılımı ve profillerin birleştirilmesi açısından olumlu etkiye sahip olup, yapı dayanımına katkıda bulunmaktadır.

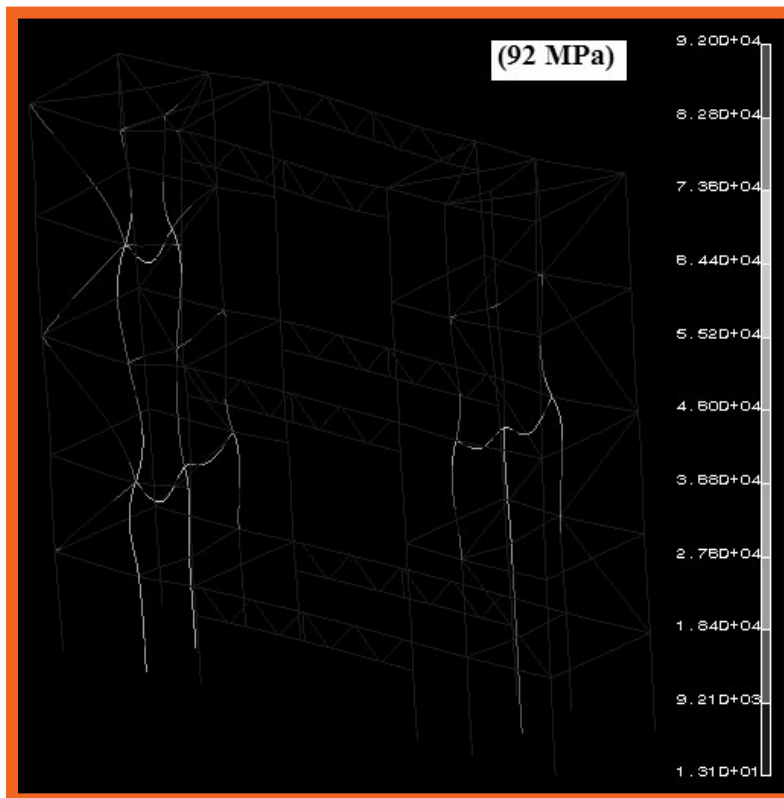
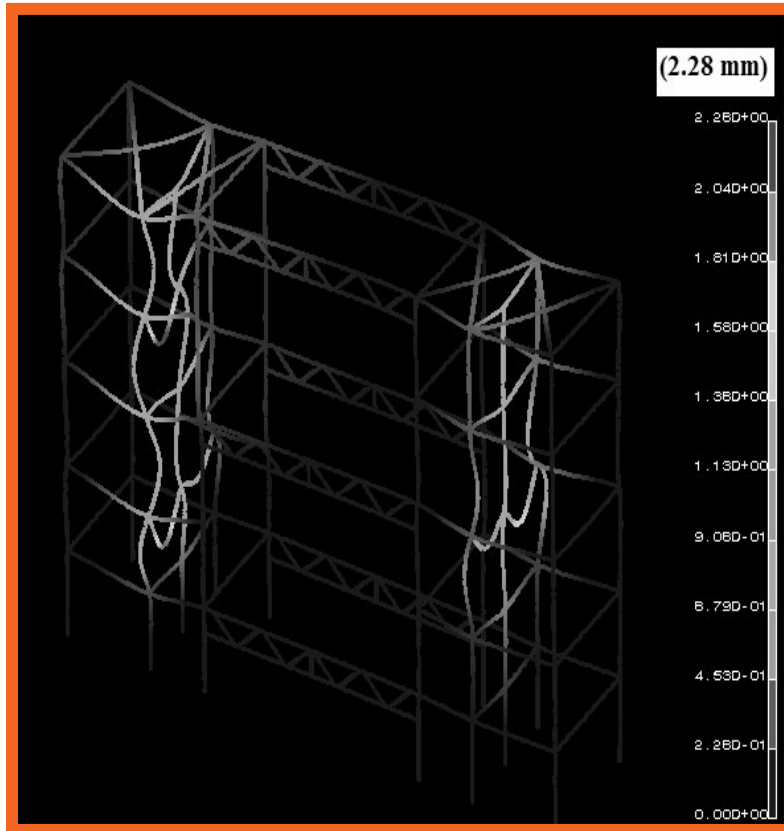
Yapılan statik analizlerden görüldüğü gibi, yapı içerisindeki kritik profiller beklendiği gibi yürüyen merdiveni taşıyan profillerdir. Bu profillerde yapılan analizlerde ilk model

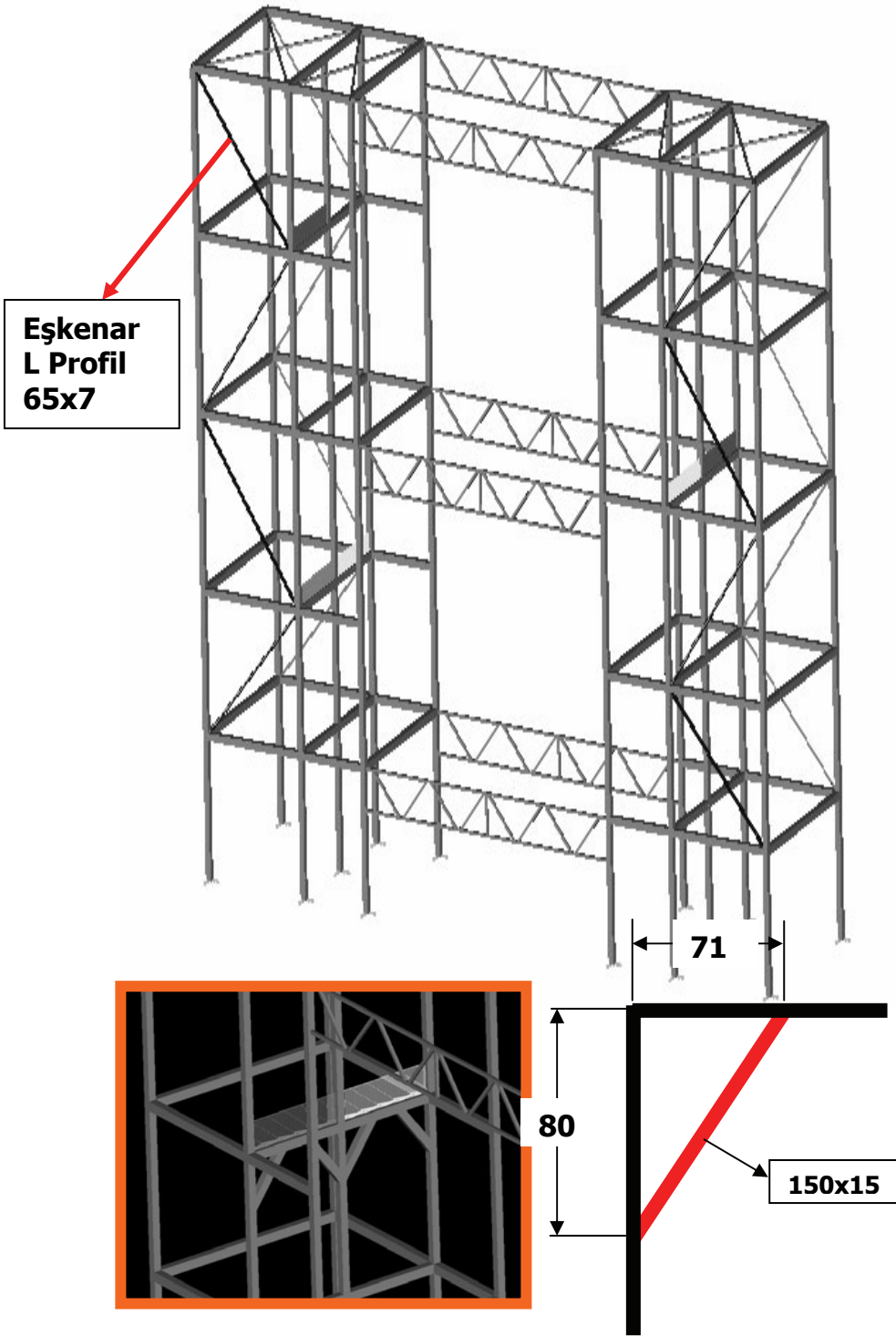
için 93 MPa (N/mm²) maksimum gerilme değeri elde edilmiştir. L profillerin konulması ile maksimum gerilme değerinde sadece 1 MPa'lık bir düşme gözlemlenmiştir.

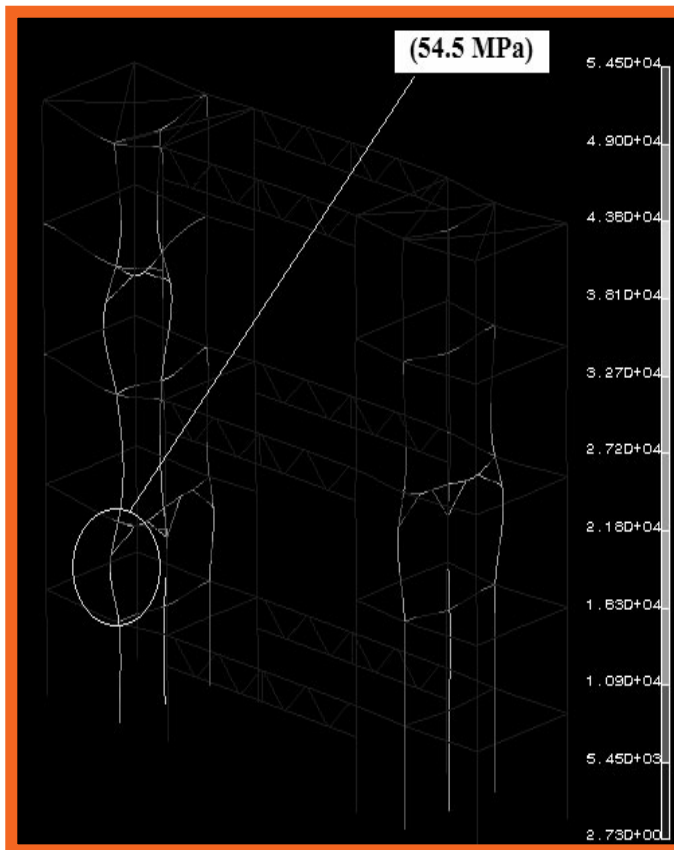
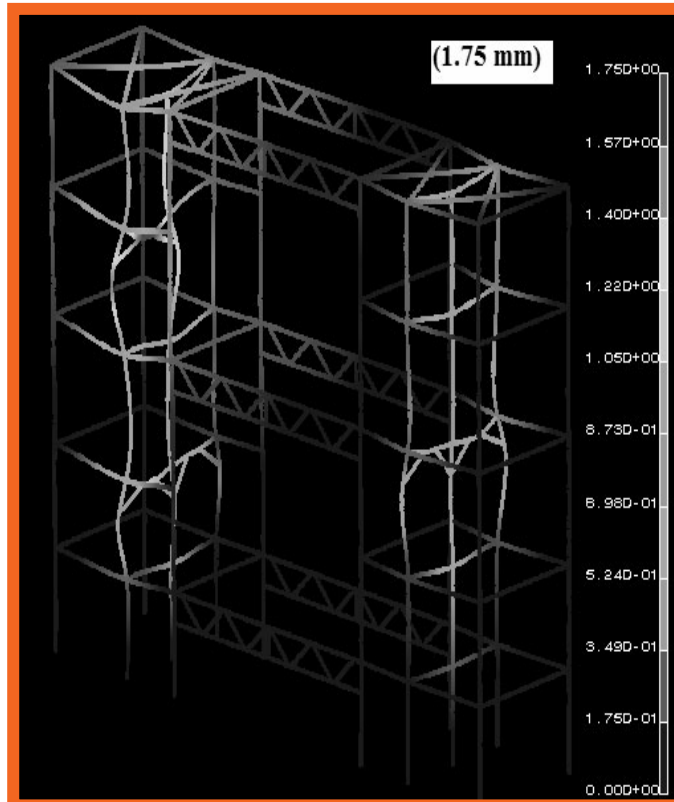
Yapı içerisinde yürüyen merdivenleri taşıyan ve en fazla zorlanmaya maruz kalan kirişlerdeki gerilme seviyeleri, bu kirişlerin imalatın imkan verdiği şekilde desteklenmesi veya güçlendirilmesi ile düşürülebilir. Ayrıca yapının doğal frekans analizlerinden elde edilen sonuçlara göre yapının ilk üç doğal frekansı 3 Hz'in altındadır.

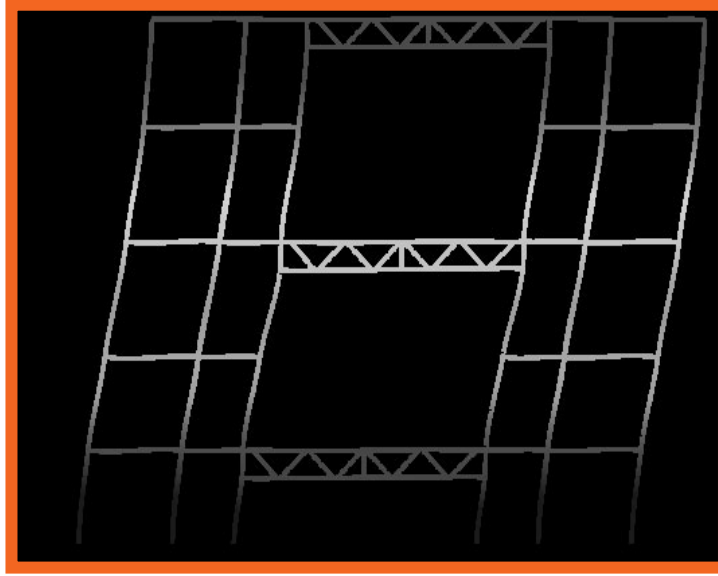
Dolayısı ile yapı x-y ve y-z düzleminde oldukça esnektir. Yapı geometrisi gereği x-z düzleminde de hareket etmeye (çarpılma) müsaittir (Yürüyen merdivenlerin monte edilmesi ile bu hareket yüksek oranda kısıtlanacaktır). Yapının binaya belli noktalardan tutturulması y-z düzlemindeki mevcut dilatasyondan dolayı sakıncalı görülmektedir. Bununla birlikte mümkün olması halinde, taşıyıcı yapının x-y düzlemindeki hareketini kısıtlamak amacı ile binaya monte edilmesi dinamik etkiler ve deprem yükleri göz önünde bulundurulduğunda faydalı olabilir.



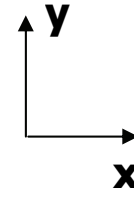






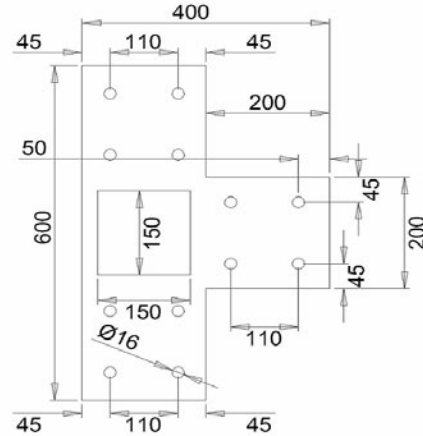
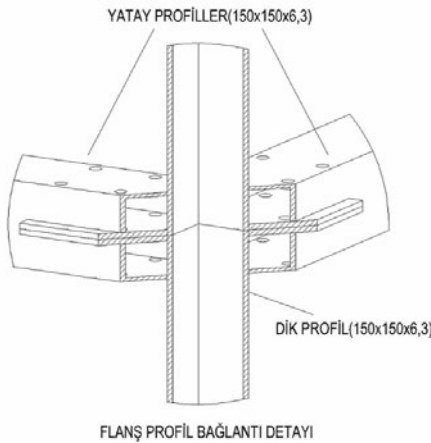


$$f_3 = 2.84 \text{ Hz}$$

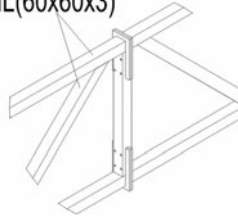


Konstrüksiyonun genel hali belirli olduktan sonra imalat resimleri üzerinde çalışılmaya başlandı. Yapılacak konstrüksiyonun montajı yerinde yapmaktansa, fabrikada imalatı birçok yönden avantajlıydı. Bu nedenle montajı kolay, pratik, ekonomik, montaj hatalarını en aza indirgeyecek ve bunların yanında istenen mukavemete cevap verebilecek bir sistem arayışına girildi. Benzeri konstrüksiyonlar incelendi, birkaç tasarım belirlenip aşağıda görünen tasarım benimsendi.

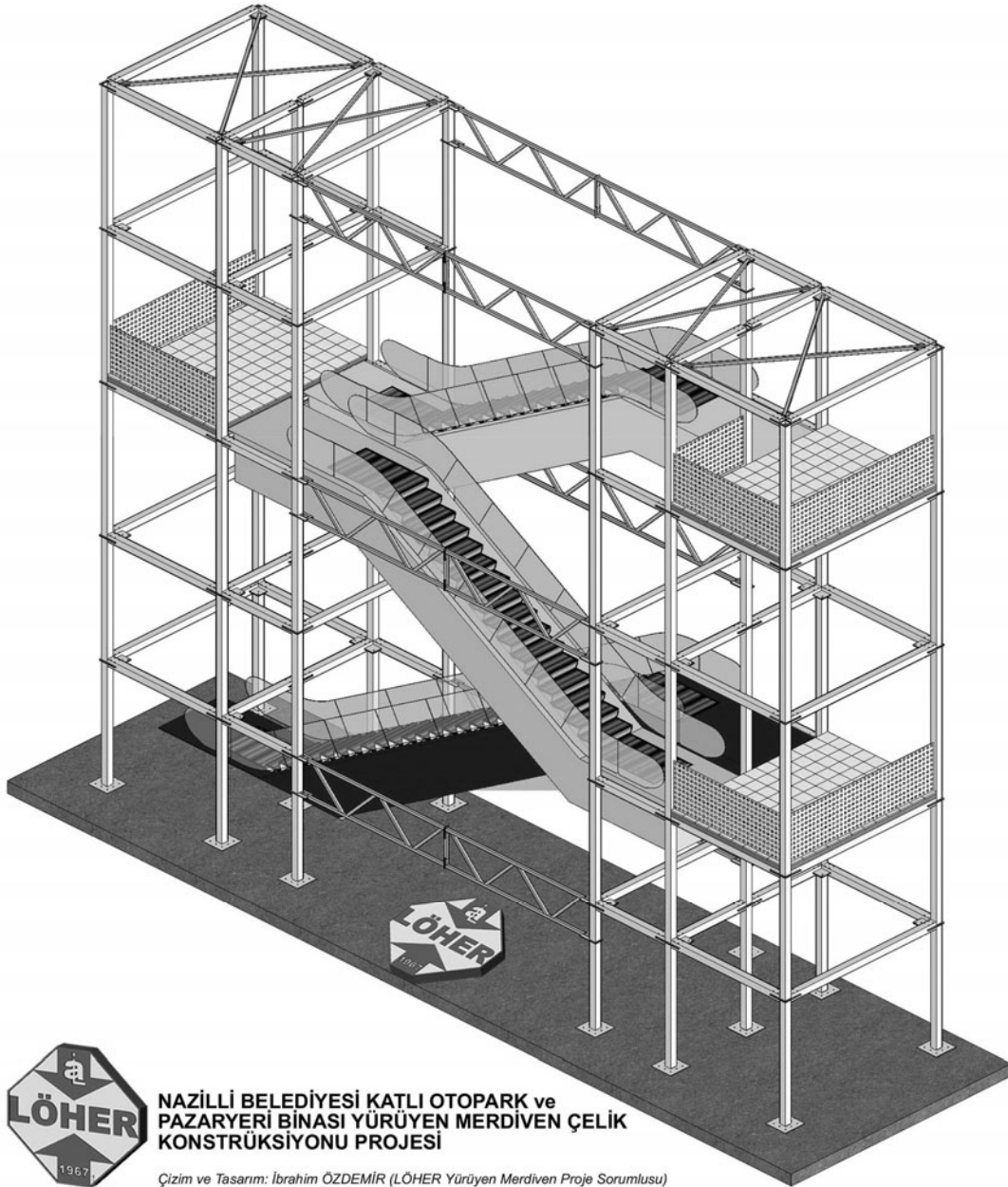
Bu sistem ile montajda zamandan kazanılırken hata payını azaltarak işin tekrarlanması büyük ölçüde önendi. Burada kullanılan flanşlar hem yükü dağıtmakta hem de kaynak yüzeyini artırmaktadır. Üstelik bu flanş sayesinde 3 yada yerine göre 4 ayrı parça mekanik olarak kilitlenebilmektedir. Civatalar ile birleştirilen parçalarda daha sonra kaynak ile sabitleme yapılmıştır.



KUTU PROFİL(60x60x3)



KÖPRÜ KONSTRÜKSİYON
BAĞLANTI DETAYI



**NAZILLI BELEDİYESİ KATLI OTOYERİ ve
PAZARYERİ BİNASI YÜRÜYEN MERDİVEN ÇELİK
KONSTRÜKSİYONU PROJESİ**

Çizim ve Tasarım: İbrahim ÖZDEMİR (LÖHER Yürüyen Merdiven Proje Sorumlusu)

Artık imalata başlanmıştı, malzeme parçalar hazırlanıyordu. Bunun yanında tüm sözleşmeler yapılmış teslim tarihi belirlenmiş zamana karşı bir yarış başlamıştı. İmalat hazırlığı devam ederken projeyi belediyedeki yetkililere ve kontrolörlere anlattık.

Gerekli onaylar alındı. İmalat için onay verildi ve imalatlara başlandı. Hazırlanan konstrüksiyonların fabrikamız bahçesinde yapılan deneme kurulumu ile ilgili resim aşağıda verilmiştir.



Montaja başlandı dikmeler dikilmeye başlandı ve yapının bir cephesi 2. kata ulaşmıştı ki, üretim ara kontrolü için imalat yerine gidildi. Projede belirtilen aks yerlerine göre imalat yeri tutmuyordu. Nedeni araştırıldığında, Belediyenin “Pazar yeri girişini kapattığı için konstrüksiyonlardan bir tanesini bir aks kenara alınması isteğinde bulunduğu, müşteri memnuniyetini ön planda tutan firmamız çalışanlarının da bu isteği haklı görüp, kabul ederek bir aks kaydırma yaptı” ortaya çıktı.

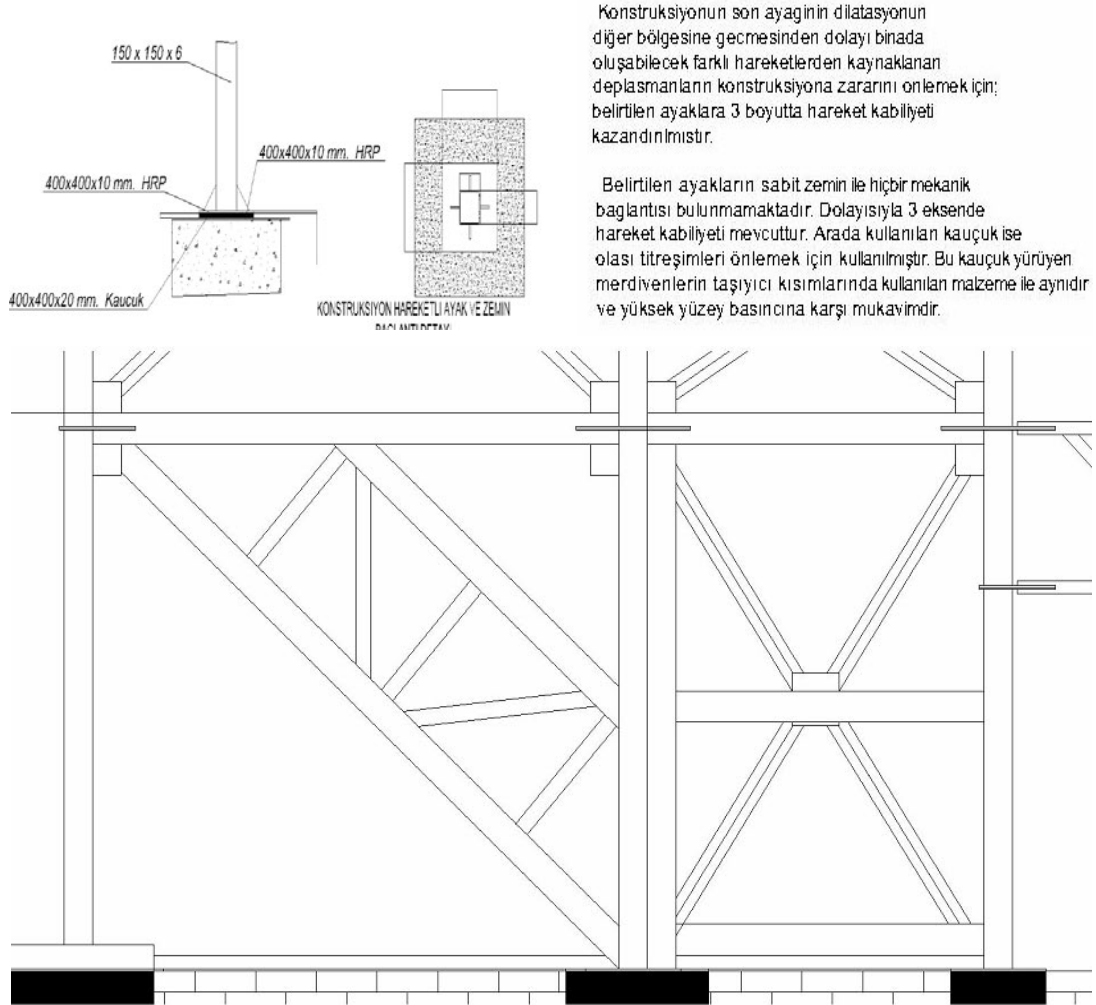
Bu projede yaptığımız büyük bir hatamızdı. “İşe başlamadan kılı kırk yardığımız, tüm kirişleri dolaştığımız ve en büyük önemi diletasyonlara verdiğimiz halde. Gözümüzün önündeki diletasyon hattını fark etmeden talebin kabul edilmesi.” Yapılan hatanın farkına varıldı. Konstrüksiyonun son ayakları diğer diletasyon bölgesinde bulunuyordu. Ve bu bölgeler gerçekten çok büyüktü. Bu şu anlama geliyordu, deprem hareketlerinin yanı sıra sadece zemindeki farklı oturmalardan bile iki zemin arasında ciddi farklar olabilirdi. 2 cmlik bir oynama bile yürüyen merdivenin çalışmasını engellerdi.

Bizim konstrüksiyonumuzsa belirli hareket kabiliyetlerine sahip olsa da, bu ayakların bulunduğu yerdeki oluşabilecek bir oturma yada farklı deprem hareketlerine dayanabilecek şekilde tasarlanmamıştı.

Hemen tüm montaj ekipleri diğer konstrüksiyona kaydırıldı. Düşünmek için vakte ihtiyaç vardı ancak bizim kaybedecek hiç vaktimiz yoktu

Hemen harekete geçmemiz gerekiyordu. Elimizde kurtarmamız gereken 2 taşıyıcı ayak vardı. Birçok fikir ve çözüm önerisi topladık ve en sonunda herkesin kabul ettiği bir çözüme ulaştığımız. Bu çözüm, problemlili ayakların üzerine gelen kuvvetleri

konstrüksiyonun diğer bölümleri üzerine alarak, dilatasyonda oluşabilecek açılmalardan etkilenmesini önlemektir. Deprem gibi darbeli yer hareketlerinde konstrüksiyona desteği sürdürecektir ancak açılmalarda etkilenmeyecektir. Ancak bu konu söylendiği kadar kolay değildi. Bunun için önce bu ayaktaki yükleri bir diğer ayağa aktarmamız gerekiyordu. Aynı zamanda bu yükü aktardıktan sonra burada gerekli güçlendirmeleri de yapıp diğer ayağında gereken mukavemete ulaştırmamız gerekli idi. Karara varıldı, mukavemet analizleri yapıldı ve aşağıdaki detay ivedilik ile uygulandı.



Bulunan bu çözüm hemen projeye aktarıldı. İmalat değiştirildi; zamana karşı yarış başlamıştı. Şimdi ise kendimize kaybettiğimiz süreyi telafi için bir çözüm gerekiyordu. Kalan pek bir iş kalmamıştı ancak süre çok azdı dolayısıyla kalan işleri hızlandırmalıydık.

Aranan çözüm çokta zor değildi kendi ekiplerimiz çalışmayı sürdürürken çatı ve dış cephe kaplaması için yerel bir taşeron bulundu. Kendisine gerekli malzeme temin edilerek verilen sürede iş teslimi için anlaşıldı. Bu taşaronumuz Nazilli firması olduğu için eleman, süre yada vardiyada sorun yaşamıyordu. Pazarın olduğu günler dahi Pazar sonrasında çalışabiliyordu ve taşaron işi bitirdiğinde kaplama da tamamlanmış oldu.

Daha sonra boya ve ufak tefek eksiklerde tamamlanarak kısa bir süre aşımı ile proje tamamlandı. İşletme ve son kontrolleri yaparak projeyi teslim ettik.

Kendi yapısıyla desteksiz duran, özel geçme sistemli, üç katlı yürüyen merdiven taşıyan, temel yapısı özel, yük taşıma özelliği değiştirilmiş, beklide türünün tek örneği olan bu konstrüksiyon böylece teslim edilmiş oldu. Önemli olan yapılan işlerin muhakkak analizleri yapılmalı ve yanlışlarla karşılaşıldığında teknik çözümleri getirilerek mühendislik gerekleri karşılanmalıdır.

SONUÇ:

Bu proje bizim için çok büyük bir tecrübe olmuştu. Proje yönetimindeki eksiklerimizi görmemizi, iş akışına farklı yaklaşımlar getirmemizi sağladı.

‘ Hayat hatalarla tecrübe edilecek kadar uzun değildir; başkalarının tecrübelerinden de öğrenmek gerekir.’

Bu projenin son hali aşağıda sunulmuştur.

