

# **KAZAKİSTAN – ASTANA OLİMPİK STADYUMU ÇELİK YAPISI**

Yazan: İnş. Yük. Müh. Necati ÇELTİKÇİ  
( ARÇE Mühendislik İnşaat ve Tic. Ltd. Şti. )

## **GİRİŞ**

Astana Olimpik Stadyumu, Kazakistan'ın başkenti Astana'nın mimari anlamda en önemli yapılarından biri olmak üzere planlanmıştır. Şehir merkezi ile uluslararası havalimanını birbirine bağlayan anayol üzerinde konumlandırılmıştır. 30.000 kişilik stadyum, çok maksatlı kullanıma açıktır. Futbol karşılaşmaları dışında olimpik oyunlar, konserler, kültürel etkinlikler gibi farklı amaçlar için de kullanılabilir. Son yıllarda yapılan stadyumlarda uygulanan modern teknolojiler Astana stadyumunda da uygulanmıştır. Bölgenin sert iklim koşulları düşünülerek tribünlerin etrafı ve üstü çelik çatı sistemi ile tamamen kaplanarak stad kapalı hale getirilmiştir. Futbol sahasının üstüne rastlayan çatı kısmı hareketli yapılmış olup, sahada gerçekleştirilen etkinliklere uygun olarak açılıp kapatılabilmektedir. 2008 Yaz Olimpiyatları'nın simge yapısı olarak inşa edilmiş ve bütün dünyada mimarların büyük beğenisini toplamış olan Pekin'deki Kuş Kafesi Olimpik Stadyumunda bile saha üstünün açık bırakıldığını belirtmek isteriz. Astana şehri için planlanmış bu yapı fonksiyonu dışında aynı zamanda şehir için simgesel bir yapı ve yeni başkentin çağdaş yüzü olacaktır. Özel aydınlatmalar ve ışık oyunları ile havalimanı-şehir arasında hem yerel halkı hem de şehre gelen yabancıları etkileyecektir.

## **ÇELİK YAPILARIN GENEL TANITIMI**

Stadın 183 m. uzunluğunda ve 162 m. genişliğinde yaklaşık elips şeklinde bir alanı kaplayan alt tribün yapıları betonarme olarak projelendirilmiştir. Alt tribün yapılarının seyirci kapasitesi 16.000 dir. 14.000 seyirci kapasiteli üst tribün yapıları ile bunların üstünü örten 222m uzunluğunda ve 182 m. genişliğindeki çatı yapısı tamamen çelik olarak düşünülmüştür. Çelik çatının ortasında sahanın üstüne rastlayan bölümde açılır-kapanır hareketli bir çatı kısmı tertiplenmiştir. Çelik yapılar 4 başlık altında incelenecektir.

- Sabit çatı
- Hareketli çatı
- Üst tribün yapısı
- Yan duvarlar

### **Sabit Çatı**

## Resim 2- Sabit çatı ana elemanları

## Resim 3- Sabit çatı üst görünüşü

Resim 2’de sabit çatı iskeletinin ana taşıyıcı elemanları görülmektedir. Resim 3’de ise çatının dörtte biri için bu elemanların plan görünüşü verilmiştir. FİFA kuralları gereği futbol karşılaşmaları sırasında sahanın üstünün açık olması şartını yerine getirebilmek için sahanın üstü dört adet kafes kirişle çevrelenmiştir. Bu kafes kirişlerden ‘ana makas’ diye isimlendirilen iki tanesi kale çizgisine paralel tertiplenmiş olup 124,20 m. açıklık geçmekte ve her iki uçta betonarme tribünlerin içinde yer alan ve ‘süper kolon’ adı verilen mesnet çekirdeklerine oturmaktadır. Süper kolonların mesnet noktaları Resim 3’de kırmızı renkle işaretlenmiştir. 117 m. aralıkla yerleştirilmiş bu ana makasların arasında kalan bölgede ortadaki boşluğun kenarlarını sınırlamak üzere taç çizgilerine paralel olarak ‘tali makaslar’ düzenlenmiştir. Tali makasların eksenleri arasındaki uzaklık 75,60 m. dir. Çatının çevresi ise planda elips şeklinde konumlandırılmış çevre makası ile sınırlandırılmıştır. Çevre makasının dıştan dışa ölçüleri 222.0 m. x 182.0 m.dir. Ana taşıyıcı makaslar, tali makaslar ve çevre makası arasında kalan bölgelerde 10.8 m. aralıkla taşıyıcı makaslara mesnetlenmiş düzlemsel kafes kirişler kullanılmıştır. Bu kafes kirişlerin üstünde çatı kaplamasını taşımak üzere 2.70 m. aralıkla aşıklar bulunmaktadır. Çatıda yanal stabiliteye yardımcı olmak gayesi ile ana makas ve tali makaslara paralel doğrultularda konmuş çatı çaprazlarından yararlanılmıştır.

## Resim 4- Ana makas görünüşü

Resim 4 sabit çatının en ağır ve büyük elemanı olan ana makasın yan görünüşüdür. Ana makaslar 5.40 m. genişliğinde ve açıklığın ortasında 12.0 m. yüksekliğinde olup enkesit yüksekliği yanlara doğru azalarak mesnet noktalarında 3.0m.’ye düşmektedir. 124.20 m. açıklık geçen bu ana makasların dıştan dışa toplam uzunluğu 154,57m., her birinin ağırlığı 800 tondur. Çubuk kuvvetleri çok büyük olduğundan ana makas ve tali makaslarda HİSTAR 460 NL tipi malzemedan imal edilmiş yüksek mukavemetli özel profiller kullanılmıştır. Bunların dışındaki bütün makaslar S355ML kalitesinde boru kesitlerinden oluşturulmuştur. Aşık kesitleri olarak HEA tipi geniş başlıklı I profilleri seçilmiştir.

## Resim 5- Ana makasların montajı

Resim 5’deki fotoğraf ana makasların gece montajı sırasında çekilmiştir. Karşıda ana makas, sağ yanda tali makas görülmektedir.

## **Hareketli Çatı**

## Resim 6- Hareketli çatının plan ve kesitleri

Sahanın üstüne rastlayan kısım Resim 6’da görüldüğü gibi hareketli bir çatı ile kapatılmıştır. Hareketli çatı ortadan yanlara doğru açılıp kapanan iki ayrı kanattan oluşmuştur. Resim 7’de bu kanatlardan birinin aksonometrik görünüşü verilmiştir. Hareketli kanatlardan her biri Resim 7’de kırmızı renkle işaretlenmiş 6 noktadan sabit çatıya basmakta ve bu noktalara yerleştirilmiş tekerlek gurupları üzerinde yürüyerek açılıp kapanmaktadır. Hareketli çatı kanatları 117 m. açıklık geçmektedir. Bu açıklıkları geçebilmek için saha ortasına bakan kenarlarında alttan gergili kare enkesitli kafes kiriş kemer sistemi kullanılmıştır. Daha küçük açıklıklar geçen diğer bütün makaslar (tali makas, kenar makas ve orta makaslar) düzlemsel kafes kiriş olarak projelendirilmiştir. Kapalı durumda iken saha içinde doğal gün ışığından yaralanabilmek için hareketli çatı kanatlarının üstü şeffaf bir polikarbonat kaplama ile kaplanmıştır.

## Resim 7- Hareketli çatı kanadının aksonometrik görünüşü

## Üst Tribün Yapısı

### Resim 8- Tribün çelik yapısı montajı

### Resim 9 – Üst tribün çelik yapısı genel konstrüksiyonu

Üst tribün yapıları karışık bir geometriye sahiptir. Betonarme yapılması halinde kalıp ve döküm zorlukları olacağı düşünülerek taşıyıcı sisteminin çelik olması tercih edilmiştir. Tribün basamakları prefabrik B.A. olarak projelendirilmiştir. Bu prefabrik tribün basamakları 7,20 m. aralıkla yer alan kutu kesitli çelik tribün kirişleri tarafından taşınmaktadır. Tribün kirişlerinin enkesit yükseklikleri 800 mm. ve genişlikleri 400 mm. olup, 50 mm. kalınlıklı levhalardan kaynaklı kutu kesit olarak teşkil edilmişlerdir. Tribün kirişleri Resim 9’daki enkesitlerde görüldüğü gibi borudan mamul eğimli çelik kolonlar aracılığı ile B.A. alt yapıya mesnetlendirilmiştir. Tribün kirişlerinin arka uçları ise 113 m. açıklık geçen çelik bir kemer ile birleştirilerek tribün yükleri iki kenarda bulunan B.A. süper kolon çekirdeklerine aktarılmıştır. Bu kemerler 600 mm. x 600 mm. ölçülerinde kare enkesitli olup 50 mm. kalınlıklı levhalardan kaynaklı olarak imal edilmişlerdir. Çatı çevre halkasını taşıyan pandül kolonlar da bu kemerlere taşınmıştır.

## Yan duvarlar

Tribün yapıları 223 m. uzunluğunda ve 182,60 m. eninde çelik bir yan duvar yapısı ile çevrelenerek stad tamamen kapalı hale getirilmiştir. Resim 10’da yan duvarın aksonometrik görünüşü verilmiştir. Yan duvara gelen rüzgar yüklerini ve kaplama yüklerini taşımak üzere 8,27 m. aralıkla yer alan kafes kiriş kolonlar kullanılmıştır. Bu kolonların yükseklikleri 30,47 m. ile 9,00 m. arasında değişmektedir. Kolonlar düşey doğrultuda 4,00 m. aralıklarla tertiplenen yatay kafes kirişlerle birbirine bağlanmıştır. Düşey kolonlar B.A. alt yapıya ve temellere mafsallı olarak oturtulmuştur.

Resim 10 – Yan duvar çelik konstrüksiyonu aksonometrik görünüşü

Resim 11- Yan duvar montajı

## ÇELİK TONAJI

Projelendirilen toplam çelik tonajı 9555 tondur. Bu miktarın muhtelif elemanlara göre dağılımı aşağıdaki gibidir.

	<u>TON</u>
SÜPER KOLON	216
SABİT ÇATI	5298
RAY ALTI KİRİŞLERİ	320
HAREKETLİ ÇATI	1618
TRİBÜNLER	1245
YAN DUVARLAR	756
ANKRAJLAR	32
CIVATALAR	70
TOPLAM	<u>9555</u>

Projede kullanılan HİSTAR 460 NL tipi yüksek mukavemetli çelik miktarı 1673 tondur.

## SONUÇ

Aşağıdaki rakkamlar projenin büyüklüğü hakkında fikir vermektedir.

TOPLAM ÇELİK AĞIRLIĞI	9555 TON
PARÇA SAYISI	80090 ADET
DELİK SAYISI	500000 ADET
CIVATA SAYISI	300000 ADET
TOPLAM BORU UZUNLUĞU	46 KM

Her safhası büyük bir sorumluluk ve gayret isteyen bu proje tamamen TÜRK mühendis ve işçilerinin özverili çalışmaları sayesinde başarı ile tamamlanmış ve 6 Temmuz 2008

tarihinde 10 ülkenin Cumhurbaşkanlarının katılımı ile gerçekleştirilen görkemli bir törenle açılışı yapılmıştır.

Resim 12 – 6 Temmuz 2008 stadın açılış şenlikleri

Sahibi	<b>ASTANA ŞEHİR YÖNETİMİ</b>
Yüklenici	<b>ALKE - SEMBOL</b>
Mimari Proje	<b>TABANLIOĞLU MİMARLIK LTD.</b>
Statik Proje	<b>ARÇE MÜHENDİSLİK İNŞ. TİC. LTD. ŞTİ.</b>
İmalat ve Montaj	<b>SAMKO A.Ş.</b>