



Alınış tarihi (Received): 04.10.2024

Kabul tarihi (Accepted): 13.11.2024

Farklı Deprem Risk Bölgelerinde İnşa Edilecek Spor Salonlarında Beton Sınıfının Kaba Yapı İnşaat Maliyetine Etkisi

Furkan ERBAY¹, Murat ÇAVUŞ^{2*}

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat, Türkiye

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar: murat.cavus@gop.edu.tr

ÖZET: Ülkemizin her bölgesinde, Bakanlıklar, Belediyeler ve diğer kurumlar tarafından birçok kamu tesisi yatırımı gerçekleştirilmektedir. Bu yatırımların bir kısmı da kapalı spor salonlarına yönelmektedir. Spor salonları, her yaş grubundan insanın aktif olarak kullanıp spor müsabakalarını izlediği yapılar olmasının yanı sıra, olası bir afet durumunda da sağlam kalması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, spor salonlarının yapısal tasarımı ve inşası esas yapım amacı yanında afet durumlarında kullanılabilirliği de göz önünde bulundurularak titizlikle yapılmalıdır. Ülkemizin büyük bir bölümünün yüksek deprem riski altında olması bu yapıların olası deprem sonu kullanımlarını önemli hale getirmektedir. Bu sebeple bu yapıların olası depremlere dayanıklı ve inşa maliyetinin de uygun bir tasarımda yapılması oldukça önemlidir. Bu sebeple bu tür yapıların mimari ve statik çözümlerlerinin titizlikle yürütülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, farklı deprem bölgelerinde üç farklı tip spor salonu dört farklı beton sınıfına göre analiz edilmiştir. Sayısal modellemeler bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve her bölge ve beton sınıfı için kaba yapıyı oluşturan beton, demir ve kalıp metrajları çıkarılmıştır. Ardından, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2024 yılı birim fiyatları dikkate alınarak kaba yapı maliyetleri hesaplanmıştır. Bu analizlerde, modelleme sırasında yapı elemanlarının boyutlarında değişiklik yapılması gerekliliği ortaya çıktığında, bu durumun yapı maliyetine olan etkisi de ayrıca değerlendirilmiştir. Spor salonlarının değişken koşullara göre modellenmesi için yapısal analiz programı olan Sta4CAD kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler, grafikler ve tablolar aracılığıyla sunulmuş ve tartışılmıştır. Tip I ve Tip III yapılarında beton sınıfının artmasıyla tüm bölgelerde yapı maliyetlerinin artmasına neden olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Spor Salonları, Yapı Analizi, Maliyet, Beton Sınıfı, Deprem Bölgesi

The Effect of Concrete Class on the Rough Building Construction Cost of Sports Halls to be Built in Different Earthquake Zones

ABSTRACT: In every region of our country, many public facility investments are made by Ministries, Municipalities, and other institutions. Some of these investments are directed towards indoor sports halls. In addition to being structures where people of all age groups actively use and watch sports competitions, it is important that they remain intact in the event of a possible disaster. For this reason, the structural design and construction of sports halls should be meticulously carried out considering not only their primary purpose of construction but also their usability in disaster situations. The fact that a large part of our country is under high earthquake risk makes the possible post-earthquake use of these structures important. For this reason, it is essential for these structures to be resistant to possible earthquakes and to have a suitable design for their construction costs. For this reason, architectural and static analyses of such structures should be carried out meticulously. This study analyzed three different types of sports halls in different earthquake zones according to four concrete classes. Numerical modeling was carried out using a computer program, and the concrete, iron, and mold quantities forming the rough structure were obtained for each region and concrete class. Then, the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change calculated the rough construction costs by considering the unit prices of 2024. In these analyses, when it became necessary to make changes in the dimensions of the structural elements during modeling, the effect of this situation on the construction cost was also evaluated. The structural analysis program Sta4CAD was used to model the sports halls according to variable conditions. The data obtained from the study were presented and discussed through graphs and tables. It has been observed that the increase in concrete class in Type I and Type III structures causes an increase in construction costs in all regions.

Keywords – Sports Halls, Structural Analysis, Cost, Concrete Class, Earthquake Zone

1. Giriş

Ülkemiz, büyük bir bölümü fay hatları üzerinde bulunduğu için tarih boyunca önemli depremlere maruz kalmıştır. Cumhuriyet tarihimizin ilk büyük depremi, 1939 Erzincan depremidir (Doğangün, 2014). Bu felaketin ardından yayınlanan “Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi” bu alanda yapılan ilk çalışmalardan biridir. Daha sonra Bayındırlık Bakanlığı, bu konuyla ilgili olarak 1947'de 'Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği' adı altında bir yönetmelik yayınlamıştır. Bu yönetmeliğin ardından sırasıyla 1953, 1962, 1968, 1975, 1997, 1998, 2007 ve 2018 yönetmelikleri yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikler, büyük depremler yaşandıktan sonra elde edilen deneyimler ışığında güncellenmiş ve bugünkü halini almıştır. Bugün hala geçerli olan 2018 Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, ülkemizde meydana gelen 1945, 1963, 1972 ve 1996 yıllarındaki depremler de dikkate alınarak hazırlanmıştır (TBDY-2018).

Tasarım aşamasında, yapının uygun beton sınıfının seçilmesi son derece önemlidir. Beton, binada sabit ve hareketli yüklerin meydana getirdiği basınç kuvvetlerini karşılamada ve yapının dış etkilere karşı dayanıklılığını belirlemede önemli bir etkidir. Beton sınıfının artmasıyla dayanım artmaktadır. Ancak, beton sınıfı ne kadar yükselirse, birim fiyatı da buna paralel olarak yükselmektedir. Bu nedenle, kamu ve özel sektör konutlarında yüksek dayanımlı betonların kullanımı, yüksek maliyetler oluşturacağı düşüncesiyle tercih edilmemektedir. Oysaki beton sınıfının yükselmesi durumunda taşıyıcı elemanların boyutlarının küçülmesi ve bazı projelerde yapının yaklaşık maliyetinin düşmesi gibi avantajlar da ortaya çıkmaktadır (Tunca, 2014).

Gençlik ve Spor Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi Yönergesi, Madde 24'ün 3. başlığında, "Planlamada kullanılmak üzere belirlenen öğrenci yurtları, kamplar, spor kompleksleri, sosyal tesisler ve misafirhane bilgilerinin bakanlığa bildirilmesini sağlamak" ifadesiyle ve Madde 24'ün 4. başlığında, "Türkiye Afet Müdahale Planı kapsamında illerde afet ve acil durum öncesinde yapılan çalışmalar neticesinde depo olarak belirlenen kapalı ve açık spor komplekslerine ait bilgilerin bakanlığa gönderilmesini sağlamak" ifadesi yer almaktadır. Olası bir afet durumunun ardından, gıda ve malzeme yardımlarının doğru zamanda, uygun yerlere hızlı bir şekilde ulaştırılması son derece önemlidir. Bu bağlamda, etkili bir afet lojistiği planlamasının oluşturulması hayati bir öneme sahiptir (Kılavuz, 2019). Bu sebeple normal zamanlarda spor etkinliklerinde kullanılan salonlar her türlü afette bir barınma ve depo alanlarına dönüştürülmektedir.

Bu çalışmada, Gençlik ve Spor Bakanlığının, butik, 250 ve 500 seyirci kapasiteli üç farklı tip spor salonunun, C25, C30, C35 ve C40 beton sınıfları kullanılarak STA4CAD programında modelleri oluşturulmuştur. Daha sonra bu yapıların, Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre az riskliden en yüksek risk durumuna göre seçilen Antalya-Aksu, Manisa-Akhisar, Tokat-Erbaa ve Hatay-Hassa bölgelerinde inşa edileceği varsayılarak yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu yapıların beton sınıfına ve deprem bölgesine bağlı olarak ortaya çıkan betonarme eleman kesitlerine göre metrajları hazırlanarak maliyet değişimleri, güncel birim fiyatlar dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

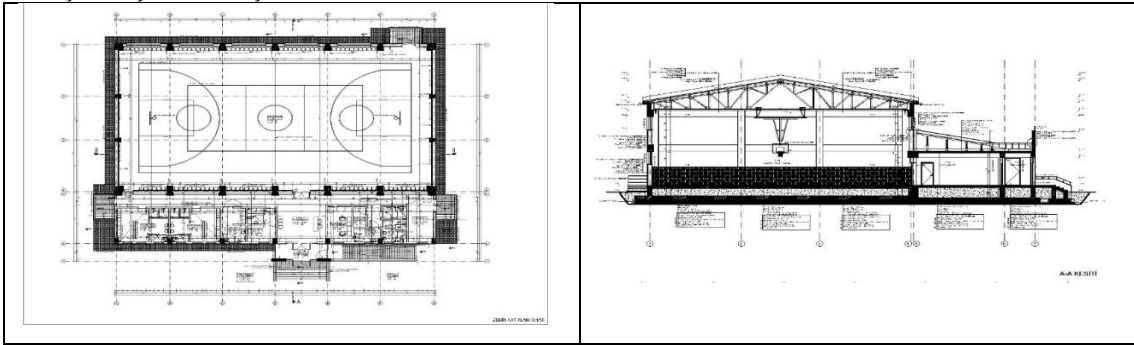
2. Metodoloji

Bu çalışmada, Gençlik ve Spor Bakanlığı tarafından Türkiye'nin farklı bölgelerinde uygulanan üç tip spor salonu incelenmiştir.

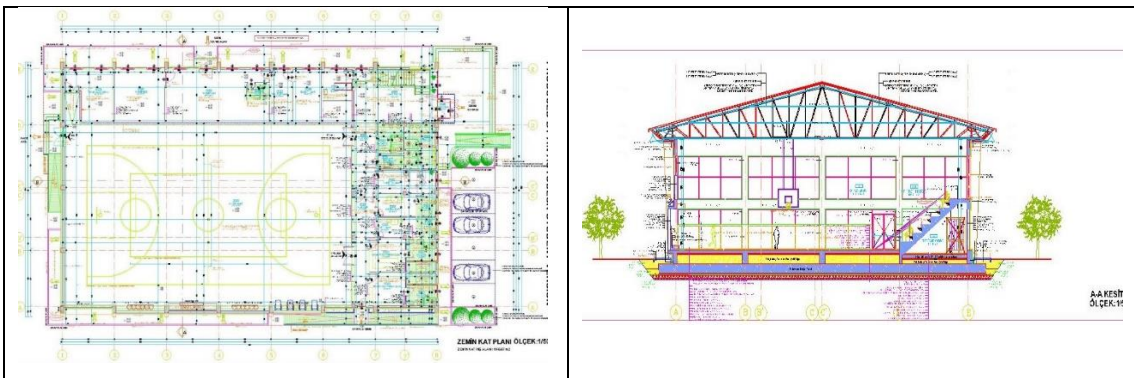
Tip I olarak adlandırılan spor salonu, Butik Spor Salonu olup 960 m² seyircisiz (tribünsüz) olarak inşa edilmektedir (Şekil 1). Spor salonu ve idari bina kısmı olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Spor Salonu bölümünün, duvar yüksekliği 7,70 m mahya yüksekliği 10 m, idari bina kısmının yüksekliği ise 3,15 m'dir. Spor Salonu kısmının çatı sistemi çelik makastan oluşurken idari bina kısmının çatısı betonarme döşeme üzerine ahşap oturtma çatı şeklinde inşa edilmektedir.

Tip II olarak adlandırılan spor salonu, 250 kişilik seyirci kapasitesine sahiptir ve 1145 m² oturma alanı ile 1580 m² inşaat alanına sahiptir (Şekil 2). Bu spor salonu, betonarme tribün ve çelik makas sistem çatıdan oluşmaktadır. Ayrıca, spor salonunda 260 m² asma kat bulunmaktadır. Duvar yüksekliği 7,70 m ve mahya yüksekliği 11,46 m'dir.

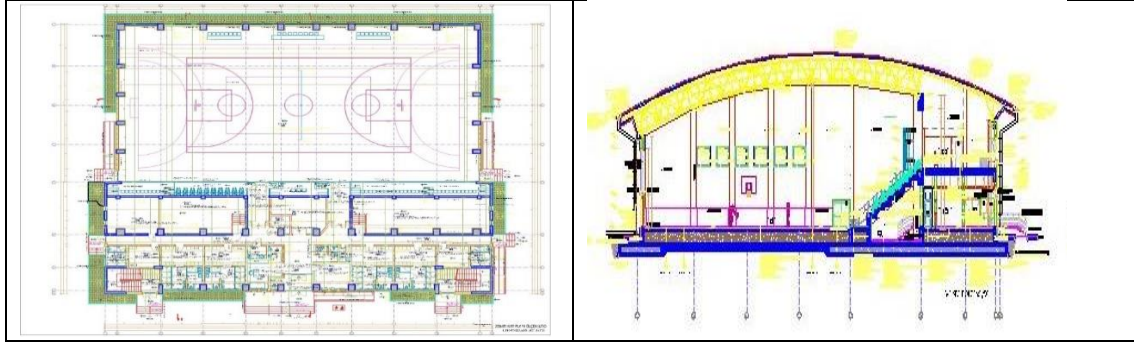
Tip III olarak adlandırılan spor salonu ise 500 kişilik seyirci kapasitesine sahip olup 2070 m² oturma alanı ve 3500 m² inşaat alanına sahiptir (Şekil 3). Bu spor salonu, betonarme tribün ve çelik makas sistem çatıdan oluşmaktadır. Bu spor salonu, Z+1 şeklinde 2 katlı ve üzeri çelik çatı ile inşa edilmektedir.



Şekil 1. Tip I (butik) spor salonu planı ve enine kesiti
Fig. 1. Type I (boutique) sports hall plan and cross section



Şekil 2. Tip II (250 kişilik) spor salonu planı ve enine kesiti
Fig. 2. Type II (250 capacity) sports hall plan and cross section

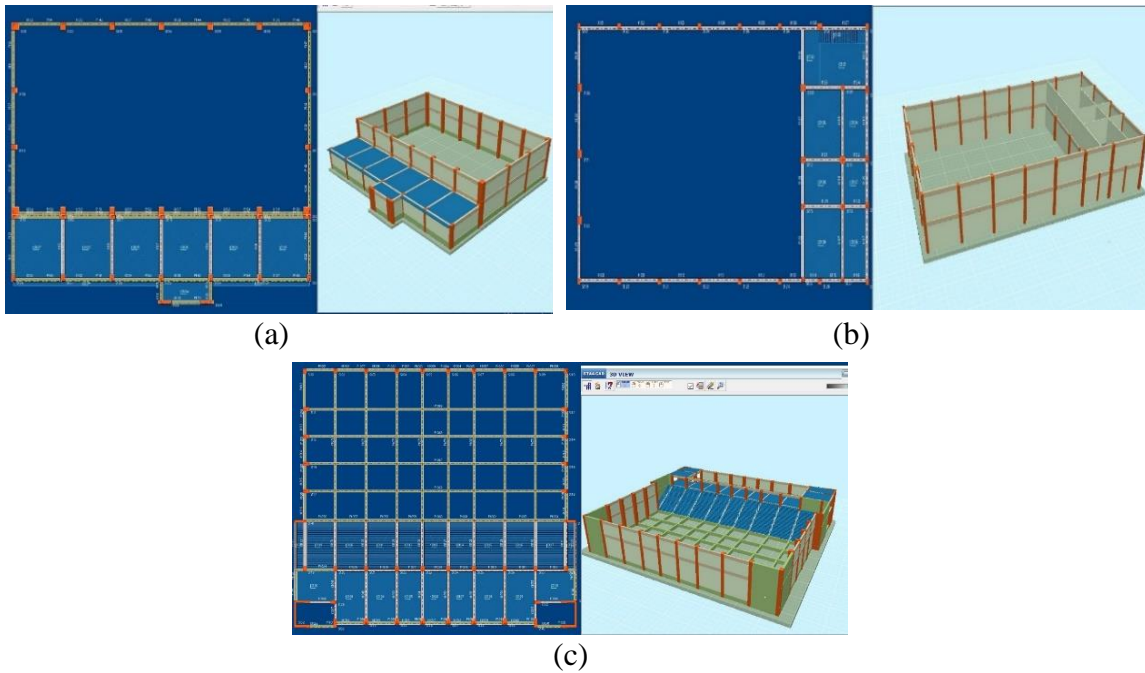


Şekil 3. Tip III (500 kişilik) spor salonu planı ve enine kesiti

Fig. 3. Type III (500 capacity) sports hall plan and cross section

Tip I, Tip II ve Tip III olarak adlandırılan spor salonlarının, farklı beton sınıfları (C25, C30, C35 ve C40) kullanılarak Antalya-Aksu, Manisa-Akhisar, Tokat-Erbaa ve Hatay-Hassa gibi farklı deprem bölgelerinde yer alan ve yerel zemin sınıfı ZC için tasarım analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında 48 farklı model oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Projelerin tüm yapı analizleri ve metraj hesaplamalarında STA4CAD- V14 paket programı kullanılmıştır. TS 500 ve TBDY 2018 yönetmelikleri baz alınarak yapısal çözümlenmeleri yapılmıştır. Ayrıca analizlerde aşağıdaki varsayımlar dikkate alınmıştır.

- Zemin yatak katsayısı 2500 t/m^3 , zemin taşıma gücü gerilmesi 25 t/m^2 olarak kabul edilmiştir.
- Deprem yer hareketi düzeyi -2 (DD2) olarak alınmıştır.
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı süneklik düzeyi yüksek çerçevesel yapı olarak alınmış ancak hesaplamalar sonucunda programın önerdiği yeni süneklik katsayısı kullanılarak analizlere devam edilmiştir.
- Spor salonları kullanımdan sonra yapılarda yer aldığından, hareketli yük azaltması (Cz) yapılmamıştır.
- Analiz sonucunda yetersiz elemanlar tespit edilerek gerekli boyut değişiklikleri yapılmıştır. Yapılara ait STA4Cad üç boyutlu modelleri Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Spor salonlarının STA4Cad modelleri (a) Tip I, (b) Tip I ve (c) Tip III
Fig 4. STA4Cad models of sports hall (a) Type I, (b) Type I and (c) Type III

Maliyet hesaplamalarında Tablo 1 de verilen Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2024 yılı birim fiyat değerleri kullanılmıştır.

Tablo 1. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Birim Poz Fiyatları (2024)
Table 1. Unit Exposure Prices of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change (2024)

Malzeme	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	Plywood ile düz Ø 14- Ø 28 yüzeyli betonarme kalıbı yapılması (m ²)	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuk(ton)
	Beton Birim Fiyatı (m ³)	Beton Birim Fiyatı (m ³)	Beton Birim Fiyatı (m ³)	Beton Birim Fiyatı (m ³)		
Birim						
Fiyatlar (TL)	2605,3	2692,8	2842,8	3017,8	634,51	32514,45

3. Analiz Sonuçları ve Değerlendirme

Yapılar STA4CAD programında modellendikten sonra analizler, Antalya-Aksu, Manisa-Akhisar, Tokat-Erbaa ve Hatay-Hassa için ZC yerel zemin sınıfında, C25, C30, C35 ve C40 beton sınıfları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Seçilen bölgeler için yapı malzeme bilgileri beton sınıflarına göre analiz yapılacağı için öncelikle programın opsiyonlar bölümünde yer alan yapı malzemesi bölümüne sırasıyla C25, C30, C35 ve C40 olarak girilmiştir. Ardından her deprem bölgesi için oluşturulan spektrum grafiklerine göre analizler gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde yapılan analizlerde kesit yetersizliği veren elemanların kesitleri büyütülerek yeterli hale getirilmiş ve bu haliyle analiz tamamlanarak kaba yapı (beton, kalıp ve donatı) metrajları çıkarılmıştır.

3.1. Tip I Spor Salonunun Farklı Değişkenlerle Analizi

Tip I Spor Salonu analizleri metodolojide belirtilen parametreler kullanılarak STA4CAD te modellenmiş, malzeme ve deprem bölgesi seçimleri yapılarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir beton sınıfı ve deprem bölgesi için elde edilen metraj değerleri Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Tip I Spor Salonu Metraj Tablosu
Table 2. Type I Sports Hall Construction Footage Table

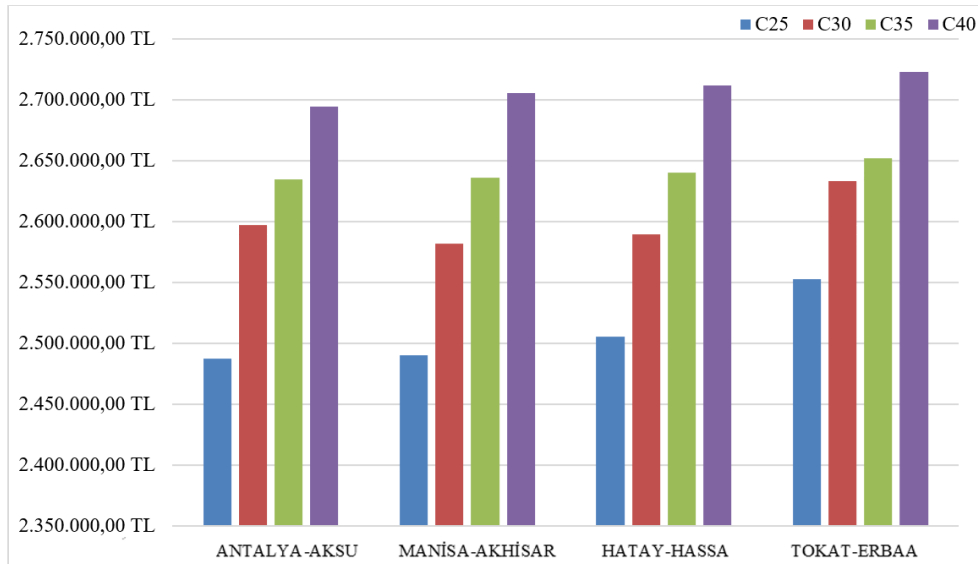
ANALİZ BÖLGESİ	İNCELENEN PARAMETRELER	KULLANILAN BETON SINIFI			
		C25	C30	C35	C40
ANTALYA- AKSU	BETON (m ³)	407,99	407,99	407,99	407,99
	KALIP (m ²)	2661,64	2661,64	2661,64	2661,64
	DONATI (kg)	23355,3	24321,3	23920,1	23453,7
MANİSA- AKHİSAR	BETON (m ³)	407,99	407,99	407,99	407,99
	KALIP (m ²)	2661,64	2661,64	2661,64	2661,64
	DONATI (kg)	23454	23745,3	23971,9	23879,9
TOKAT- ERBAA	BETON (m ³)	414,14	410,45	407,99	407,99
	KALIP (m ²)	2668,84	2664,52	2661,64	2661,64
	DONATI (kg)	25269,9	25487,4	24584,5	24566,1
HATAY- HASSA	BETON (m ³)	407,99	407,99	407,99	407,99
	KALIP (m ²)	2661,64	2661,64	2661,64	2661,64
	DONATI (kg)	24046,2	24046,2	24133,3	24133,3

Elde edilen metraj sonuçları dikkate alınarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının 2024 yılı birim fiyatlarından alınan beton, kalıp ve donatı birim fiyatları doğrultusunda kaba yapı maliyeti Tablo 3'te verildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 3. Tip I Spor Salonu Maliyet Tablosu
Table 3. Type I Sports Hall Cost Table

ANALİZ BÖLGESİ	HESAPLANAN İMALATLAR	KULLANILAN BETON SINIFI			
		C25	C30	C35	C40
ANTALYA- AKSU	BETON (TL)	814.915,15	899.063,08	947.511,90	1.018.910,15
	KALIP (TL)	1.069.659,88	1.069.659,88	1.069.659,88	1.069.659,88
	DONATI (TL)	603.242,88	628.193,64	617.831,07	605.784,45
MANİSA- AKHİSAR	BETON (TL)	814.915,15	899.063,08	947.511,90	1.018.910,15
	KALIP (TL)	1.069.659,88	1.069.659,88	1.069.659,88	1.069.659,88
	DONATI (TL)	605.792,19	613.316,17	619.169,01	616.792,74
TOKAT- ERBAA	BETON (TL)	827.199,09	904.484,04	947.511,90	1.018.910,15
	KALIP (TL)	1.072.553,42	1.070.817,30	1.069.659,89	1.069.659,89
	DONATI (TL)	652.694,98	658.312,78	634.991,82	634.516,57
HATAY- HASSA	BETON (TL)	814.915,15	899.063,08	947.511,90	1.018.910,15
	KALIP (TL)	1.069.659,88	1.069.659,88	1.069.659,88	1.069.659,88
	DONATI (TL)	621.088,10	621.088,10	623.337,80	623.337,80

Yapılan hesaplamalar göre bu yapı türü için en düşük kaba yapı maliyeti 2.487.417 TL ile C25 betonunun kullanıldığı Antalya-Aksu'da elde edilmiştir. (Şekil 5). C25 betonu kullanılarak analizi yapılan yapılar içinde en yüksek maliyet 2.552.447 TL ile Tokat-Erbaa'da hesaplanmıştır. Tüm beton sınıfları ve deprem bölgeleri için en büyük kaba yapı maliyeti C40 betonunun kullanıldığı Tokat-Erbaa'da 2.723.086 TL olarak hesaplanmıştır. Tip I yapısı için hesaplanan maliyetlerde beton sınıfı arttıkça maliyetin arttığı görülmüştür. Beton sınıfının değişmesi ile yapı maliyeti arasındaki değişim farkı %8,63 ile Antalya-Aksu'da gerçekleşirken en düşük fark %6,69 ile Tokat-Erbaa'da hesaplanmıştır.



Şekil 5. Bölgeler Bazında beton sınıfına göre Tip I Spor Salonunun Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Figure 5. Comparison of Type I Sports Hall Costs by Region Based on Concrete Class

3.2. Tip II Spor Salonunun Farklı Değişkenlerle Analizi

Tip II Spor Salonu analizleri metodolojide belirtilen parametreler kullanılarak STA4CAD te modellenmiş, malzeme ve deprem bölgesi seçimleri yapılarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir beton sınıfı ve deprem bölgesi için elde edilen metraj değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Tip II Spor Salonu Metraj Tablosu
Table 4. Type II Sports Hall Construction Footage Table

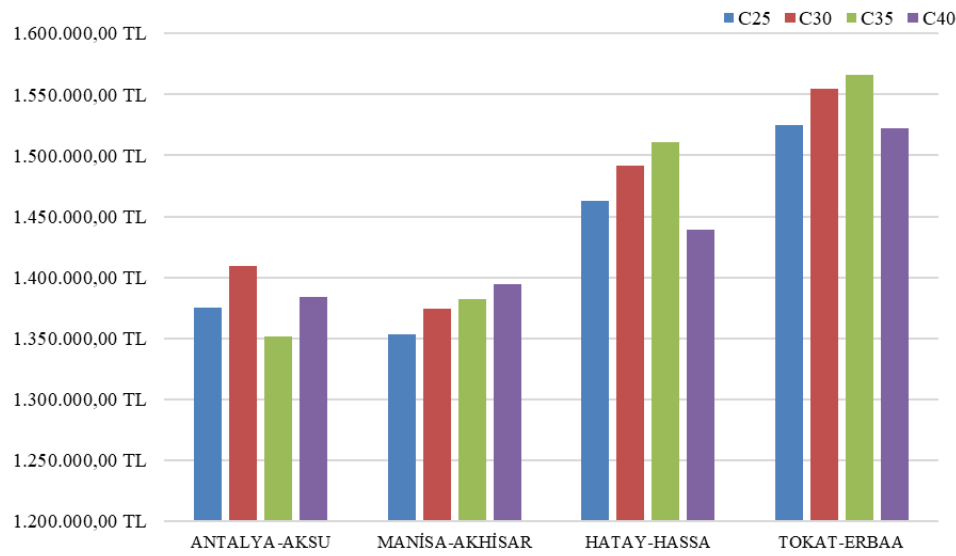
ANALİZ BÖLGESİ	İNCELENEN PARAMETRELER	KULLANILAN BETON SINIFI			
		C25	C30	C35	C40
ANTALYA- AKSU	BETON (m ³)	166.47	165.29	154.92	154.80
	KALIP (m ²)	1140.65	1136.69	1105.36	1105.00
	DONATI (kg)	22613.6	22761.30	21182.9	21412.30
MANİSA- AKHİSAR	BETON (m ³)	161.43	158.87	156.51	154.8
	KALIP (m ²)	1125.84	1117.34	1110.1	1105
	DONATI (kg)	22384.3	22277.2	22150.7	21836.6
TOKAT- ERBAA	BETON (m ³)	180.45	177.99	175.54	160.84
	KALIP (m ²)	1183.69	1176.53	1168.77	1125.79
	DONATI (kg)	26674.8	26687.7	26652.9	25857.2
HATAY- HASSA	BETON (m ³)	175.43	173.35	172.6	156.34
	KALIP (m ²)	1162.58	1155.97	1153.35	1110.37
	DONATI (kg)	24965	24989	25025.5	23335.3

Elde edilen metraj sonuçları dikkate alınarak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının 2024 yılı birim fiyatlarından alınan beton, kalıp ve donatı birim fiyatları doğrultusunda kaba yapı maliyeti Tablo 5'te verildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 5. Tip II Spor Salonu Maliyet Tablosu
Table 5. Type II Sports Hall Cost Table

ANALİZ BÖLGESİ	HESAPLANAN İMALATLAR	KULLANILAN BETON SINIFI			
		C25	C30	C35	C40
ANTALYA- AKSU	BETON (TL)	332.505,51	364.239,66	359.784,66	386.595,97
	KALIP (TL)	458.404,42	456.812,98	444.222,08	444.077,40
	DONATI (TL)	584.085,54	587.900,48	547.132,06	553.057,23
MANİSA- AKHİSAR	BETON (TL)	322.438,67	350.092,29	363.477,26	386.595,97
	KALIP (TL)	452.452,58	449.036,60	446.126,99	444.077,40
	DONATI (TL)	578.162,97	575.396,68	572.129,32	564.016,45
TOKAT- ERBAA	BETON (TL)	360.429,03	392.225,88	407.672,34	401.680,21
	KALIP (TL)	475.701,34	472.823,88	469.705,29	452.432,49
	DONATI (TL)	688.982,08	689.315,27	688.416,42	667.864,33
HATAY- HASSA	BETON (TL)	350.402,13	382.000,99	400.844,51	390.441,95
	KALIP (TL)	467.217,65	464.561,22	463.508,30	446.235,50
	DONATI (TL)	644.819,74	645.439,63	646.382,39	602.726,30

Yapılan hesaplamalar göre bu yapı türü için en düşük kaba yapı maliyeti 1.351.138 TL ile C35 betonunun kullanıldığı Antalya-Aksu'da elde edilmiştir (Şekil 6). C35 betonu kullanılarak analizi yapılan yapılar içinde en yüksek maliyet 1.565.794 TL ile Tokat-Erbaa'da hesaplandı. Tüm beton sınıfları ve deprem bölgeleri için en büyük kaba yapı maliyeti C35 betonunun kullanıldığı Tokat-Erbaa'da 1.565.794 TL olarak hesaplandı. Tip II yapısında beton sınıfının artmasıyla maliyet artışı arasında doğrusal bir ilişki saptanmadı. Bu yapı türünde beton sınıfının artmasıyla betonarme eleman kesitlerinde azalmalar ve buna bağlı metrajlarda azalma meydana geldi. Deprem bölgesi olarak seçilen Manisa -Akhisar'da ise Tip I de olduğu gibi bir beton sınıfının artmasına paralel bir maliyet artışı görülmemiştir. Bu yapı türü için beton sınıfının değişmesi ile yapı maliyeti arasındaki değişim farkı en yüksek Hatay-Hassa'da %4,96 olarak gerçekleşirken, en düşük fark %3,08 ile Manisa -Akhisar'da hesaplandı.



Şekil 6. Bölgeler Bazında beton sınıfına göre Tip II Spor Salonunun Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Figure 6. Comparison of Type II Sports Hall Costs by Region Based on Concrete Class

3.3. Tip III Spor Salonunun Farklı Değişkenlerle Analizi

Tip III Spor Salonu analizleri metodolojide belirtilen parametreler kullanılarak STA4CAD te modellenmiş, malzeme ve deprem bölgesi seçimleri yapılarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir beton sınıfı ve deprem bölgesi için elde edilen metraj değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

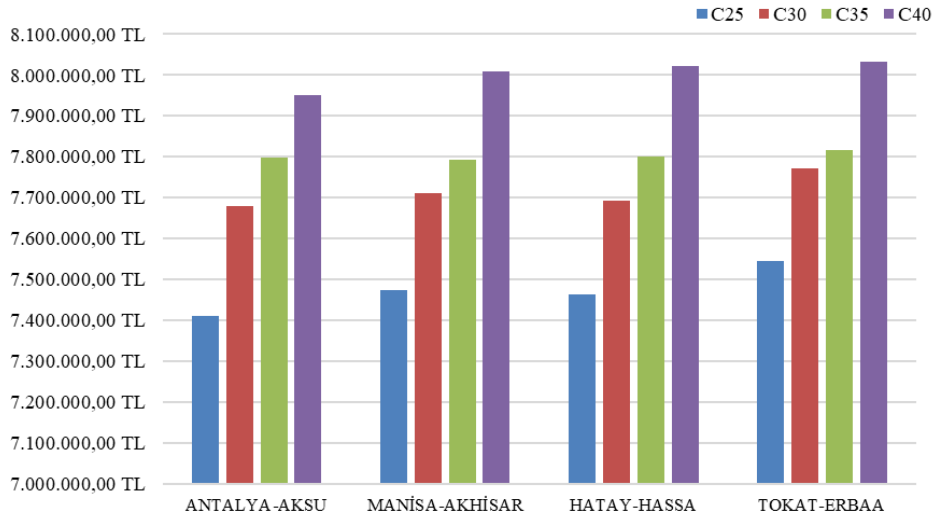
Tablo 6. Tip III Spor Salonu Metraj Tablosu
Table 6. Type III Sports Hall Construction Footage Table

ANALİZ BÖLGESİ	İNCELENEN PARAMETRELER	KULLANILAN BETON SINIFI			
		C25/30	C30/37	C35/45	C40/50
ANTALYA- AKSU	BETON (m ³)	1289,79	1288,31	1281,47	1273,83
	KALIP (m ²)	7051,84	7049,08	7038,46	7026,88
	DONATI (kg)	77417,7	77755,3	77189,4	75299,7
MANİSA- AKHİSAR	BETON (m ³)	1297,43	1289,27	1280,63	1280,63
	KALIP (m ²)	7075,38	7063,16	7046,23	7046,23
	DONATI (kg)	78920,9	78620,7	76928,3	76660,3
TOKAT- ERBAA	BETON (m ³)	1304,15	1294,06	1280,63	1280,63
	KALIP (m ²)	7087,47	7074,08	7046,23	7046,23
	DONATI (kg)	81026,7	80366,9	77851,3	77555,8
HATAY- HASSA	BETON (m ³)	1294,45	1285,24	1280,63	1280,63
	KALIP (m ²)	7066,31	7052,93	7046,23	7046,23
	DONATI (kg)	78942,8	78397,4	77269,5	77127,1

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının Birim Fiyat Kitabından alınan beton, kalıp ve donatı birim fiyatları doğrultusunda elde edilen metrajlar çerçevesinde Tablo 7’de yer alan maliyetler çıkarılmıştır.

Tablo 7. Tip III Spor Salonu Maliyet Tablosu
Table 7. Type III Sports Hall Cost Table

ANALİZ BÖLGESİ	HESAPLANAN İMALATLAR	KULLANILAN BETON SINIFI			
		C25	C30	C35	C40
ANTALYA- AKSU	BETON (TL)	2.576.213,65	2.838.971,45	2.976.073,11	3.181.250,30
	KALIP (TL)	2.833.993,46	2.832.884,27	2.828.616,30	2.823.962,53
	DONATI (TL)	1.999.617,90	2.008.337,76	1.993.721,15	1.944.912,19
MANİSA- AKHİSAR	BETON (TL)	2.591.473,71	2.841.086,94	2.974.122,31	3.198.232,56
	KALIP (TL)	2.843.453,71	2.838.542,74	2.831.738,91	2.831.738,91
	DONATI (TL)	2.038.443,98	2.030.690,13	1.986.977,21	1.980.055,06
TOKAT- ERBAA	BETON (TL)	2.604.896,17	2.851.642,38	2.974.122,31	3.198.232,56
	KALIP (TL)	2.848.312,44	2.842.931,27	2.831.738,91	2.831.738,91
	DONATI (TL)	2.092.834,58	2.075.792,64	2.010.817,34	2.003.184,88
HATAY- HASSA	BETON (TL)	2.585.521,49	2.832.206,27	2.974.122,31	3.198.232,56
	KALIP (TL)	2.839.808,66	2.834.431,51	2.831.738,91	2.831.738,91
	DONATI (TL)	2.039.009,63	2.024.922,52	1.995.790,05	1.992.112,01



Şekil 7. Bölgeler Bazında beton sınıfına göre Tip III Spor Salonunun Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Figure 7. Comparison of Type III Sports Hall Costs by Region Based on Concrete Class

Yapılan hesaplamalar göre Tip III spor salonu için en düşük kaba yapı maliyeti 7.409.825 TL ile C25 betonunun kullanıldığı Antalya-Aksu'da elde edilmiştir. (Şekil 7). C25 betonu kullanılarak analizi yapılan yapılar içinde en yüksek maliyet 7.546.369 TL ile Tokat-Erbaa'da hesaplanmıştır. Tüm beton sınıfları ve deprem bölgeleri için en büyük kaba yapı maliyeti C40 betonunun kullanıldığı Tokat-Erbaa'da 8.033.156 TL olarak hesaplanmıştır. Tip III yapısı için hesaplanan maliyetler Tip I yapı türünde olduğu gibi beton sınıfı arttıkça maliyetin arttığı görülmüştür. Beton sınıfının değişmesi ile yapı maliyeti arasındaki değişim farkı %7,47 ile Hatay-Hassa'da gerçekleşirken en düşük fark %6,46 ile Tokat-Erbaa'da hesaplanmıştır.

4. Sonuç

Bu çalışmada Gençlik ve Spor Bakanlığının envanterinde bulunan ve ülke genelinde çeşitli illerde uygulanan 3 adet tip Spor Salonu projesi incelenmiştir. İncelenen üç ayrı tip proje için dört farklı bölge (Antalya-Aksu, Manisa-Akhisar, Hatay-Hassa ve Tokat-Erbaa) ve dört farklı beton sınıfı (C25, C30, C35 ve C40) kullanılarak toplamda birbirinden farklı 48 sonuç elde edilmiştir. Her proje Sta4CAD paket programında modellenerek yapı analizleri yapılmış, düzenlenen taşıyıcı eleman boyutlarına göre her projenin metrajı ve yaklaşık maliyeti çıkarılmıştır. Yaklaşık kaba yapı maliyet sonuçları tablo ve grafiklerle tartışılmıştır.

Tip I ve Tip III spor salonlarında beton sınıfının artmasının maliyet artışına sebep olduğu görülmüştür. Ancak Tip II Spor Salonunda diğer iki spor salonundan farklı olarak beton sınıfının artması ile kaba yapı maliyetinin artması arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığı tespit edilmiştir. Tip II Spor Salonunda beton sınıfının artması ile betonarme yapı elemanlarının küçülmüş olması ve buna bağlı yapı yüklerinin azalması etkili olmuştur. Bununla birlikte Tip II spor salonunda beton sınıfı artarken taşıyıcı eleman kesitlerinin yönetmeliklerde belirtilen minimum boyutların altına indirilememesi sebebiyle kaba yapı maliyetinde istenen olumlu etkiye ulaşılamadığı görülmüştür.

6. Kaynaklar

- Afacan K.B, Güler E. (2019) Yeni Deprem Yönetmeliği Performansının Zemin Büyütme Analizi ile Belirlenmesi. 5. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (SICEES) 8-11 OCTOBER 2019, METU Ankara Turkey
- Akyıldız M.H, Ulu A.E, Adar K. (2021) TBDY-2018'deki Yerel Zemin Koşullarının Deprem Kesit Tesirlerine Etkisi. DUJE (Dicle University Journal of Engineering) 12:4 (2021) Sayfa 679-687
- Altan M.F, Cansız S., Kaya O., Turna Ç. (2020) Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Mevcut Betonarme Binanın Performansının ve Zemin Etkileşiminin Değerlendirilmesi. BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi Araştırma Makalesi.
- Ateş, A, Yeşil, B. (2018). Düzce İlindeki Farklı Zemin Sınıfları Dikkate Alınarak Zemin Sınıfının Yapı Hasarı ve Deprem Performansına Etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*. 7(3): 48-56.
- Aydınoglu, M.N. (2007). Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16 – 20 Ekim 2007, İstanbul.
- Doğangün A. (2014). Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Biren Yayınevi, İstanbul.
- Dorum, A, Özkan, Ö, Erdal, M. (2006). Farklı Deprem Bölgeleri ve Farklı Zemin Sınıflarının Kaba Yapı Maliyetine Etkisi. *Selçuk-Teknik Dergisi*. 5(1).
- Eren, E. (2019). Betonarme Binalarda Deprem Tasarım Sınıflarının Bina Maliyetine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Karabük: Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ersoy S. (2021) 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Bina Yükseklik ve Yerel Zemin Sınıflarının Deprem Yüküne Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
- Genç Y. (2014) Farklı Deprem Bölgeleri'nde İnşa Edilecek Konut Binalarının Maliyet Analizi
- İbiş T., Ulutaş H. (2021) Yeni Yapılacak Betonarme Bir Binanın TBDY 2018'e göre Deprem Performansının Belirlenmesi. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi Araştırma Makalesi.
- Karabulut Z. (2019) Farklı Zemin Parametreleri Kullanılarak Oluşturulmuş Betonarme Binaların 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Statik Analizi ve Maliyet Hesabı. (Yüksek Lisans Tezi). Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
- Karayer A., Severcan M.H (2018) Farklı Tip Betonarme Yapıların Paket Programlar ile Analizi ve Karşılaştırılması. Black Sea Journal of Engineering and Science Araştırma Makalesi.
- Kılavuz E. (2019) Spor Salonlarının Afet Lojistiği Uygulamalarına Uygunluğu Araştırması: Yalova İli Örneği (Yüksek Lisans Tezi). Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Nayır, K. (2006). Perdeli-Çerçevesel Betonarme Binaların Deprem Bölgelerine Bağlı Olarak Tasarımı ve Optimum Maliyetinin Hesabı. (Yüksek Lisans Tezi). Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Önal S. (2019) Yerel Zemin Özelliklerinin Betonarme Bina Maliyetlerine Etkisinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
- Özkan, Ö, Muratoğlu, Ö. (2005). Deprem Bölgelerinin Bina Maliyetine Etkisi. *Deprem Sempozyumu Kitabı* (ss.647-649), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü. Kocaeli. 23-25 Mart 2005.
- Özkan, Ö. (2004). Beton Sınıflarının Karkas Yapı Maliyetlerine Etkisi. *Teknoloji*. 7(1): 171-179.
- Sırlıbaş C. 2013. Farklı Tipteki Betonarme Yapıların Sta4CAD ve ETABS Programları ile Çözülmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- TBDY-2018 (2018), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Tetik Y., Baradan S., Tunca T. (2021) Beton Sınıflarındaki Değişimin Aynı Amaç İçin Tasarlanan Farklı Okul Projelerindeki Kaba İnşaat Birim Maliyetlerine Olan Etkisinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 26, Sayı 2.
- Tunca, T. (2014). Beton Sınıfının İlköğretim Bina Yapım Maliyetine Olan Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Ege Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Türkmen, H, Tekeli, H. (2005). Deprem Bölgesi ve Yerel Zemin Sınıflarının Bina Maliyetine Etkileri. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 9(3).
- Yalın M., Ulutaş H. (2021) Mevcut okul türü bir binanın deprem performansının 2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Araştırma Makalesi.
- Yıldız H. (2019) Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Yerel Zemin Etki Katsayıları Üzerine Bir İnceleme (Yüksek Lisans Tezi). Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.