

## LONDRA 2012 OLİMPİYATLARI ULUSLARARASI YAYIN MERKEZİ ÇATISINDA YAĞMUR DARBE SESİ YALITIMI

Konca Şaher<sup>1</sup>

**Konu Başlık No:** Çatı sistemlerinde yağmur darbe sesi yalıtımı

### TÜRKÇE ÖZET

Bu makale Londra 2012 Olimpiyat Köyü'ndeki Uluslararası Yayın Merkezi stüdyolarında yağmur sesi gürültüsüne karşı uygun çatı konstrüksiyonunun seçilmesi sürecini irdelemektedir. Olası yağmur kaynaklı gürültü rahatsızlığına karşı mevcut metal çatının performansını geliştirmek ve iç mekanda belirlenmiş LAeq performans standartlarını karşılamak için, mevcut çatı konstrüksiyonunun üzerine çıkıntılı polietilen membran ve jeotekstil filtreden oluşan ek bir katmanın döşenmesi önerildi. Çeşitli kalınlıklarda çıkıntılı polietilen membran ve jeotekstil filtre kombinasyonlarından oluşan dört farklı ek çatı katmanı önerisi yapıldı. Önerilen sistemlerin testleri Sound Research Laboratories (SRL), Suffolk, Sudbury'de gerçekleştirildi ve ölçülen çatı sistemlerinin yağmur kaynaklı darbe ses iletimi belirlendi. Dört farklı tip çatı sisteminde yapay olarak yaratılan şiddetli yağışın neden olduğu ses seviyeleri ölçüldü ve farklı sistemlerin performansları karşılaştırıldı ve bunun sonucunda en uygun çatı konstrüksiyonu seçildi.

### ANAHTAR KELİMELER

Lonra 2012, çatı ses yalıtımı, yağmur darbe sesi, uluslararası yayın merkezi

### ABSTRACT

This article focuses on selection of the appropriate roof construction against rain impact noise for the International Broadcasting Centre (IBC) studios in London 2012 Olympic Village. To improve the existing tin roof build-up against potential rain noise intrusion and to be able to meet LAeq performance standards, it was proposed to install an additional layer formed from a cusate and geotextile filter on top of the existing roof construction. Four different additional layer of roof build-ups with various cusate thicknesses and geotextile filter were proposed. Tests were conducted in Sound Research Laboratories (SRL) at Sudbury, Suffolk, to determine the Rain Generated Impact Sound Transmission of these build-ups. The measurements of the sound intensity levels caused by artificial heavy rainfall on four types of roof build-ups allowed performance comparison of products and estimation of the sound pressure levels in the room due to rainfall on the roof, thereby the most suitable roof construction was chosen.

### KEYWORDS

London 2012, international broadcasting centre, rain impact noise, rain noise insulation

<sup>1</sup> Konca Şaher, Kadir Has Üniversitesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Kadir Has Caddesi Cibali / İSTANBUL 34083, [konca.saher@khas.edu.tr](mailto:konca.saher@khas.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Bu makale Londra 2012 Olimpiyat Park'ındaki Uluslararası Yayın Merkezi çatısında yağmur sesi gürültüsüne karşı uygun çatı konstrüksiyonunun seçilmesi sürecini irdelemektedir. 275 metre uzunluğunda, 50 m genişliğinde ve 30 m yüksekliğindeki bina oyunlar sırasında 20.000'den fazla medya mensubu, fotoğrafçı, televizyoncu ve gazeteciye ev sahipliği yaparak medya etkililiğinin merkezi olmak üzere tasarlanmış 4500 tonluk çelikten oluşan karkas bir yapıdır. Olimpiyat Park'ındaki en büyük taban alanına sahip bu yapı için astar profili üzerine serilmiş saclardan oluşan bir düz metal çatı sistemi tasarlanmıştır ve tasarlanan sistemin inşaatı 2012 yılının başlarında tamamlanmıştır. Düz çatı sistemlerinin diğer çatı sistemlerine göre maliyet, kolay uygulama ve tasarımda esneklik gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak düz metal çatı sistemlerinin kullanıldığı yapılarda özellikle de ses yalıtımının ekstra önem arzettiği yayın stüdyolarının bulunduğu bir mekanda yağmur kaynaklı darbe sesi iletim değerleri tasarımın en başından itibaren hesaba katılmalıdır. Böylece mekanda kabul edilebilir iç mekan gürültü seviyesi değerlerinin aşılmaması sağlanmış olur.

Bu çalışmanın yapıldığı 2012 yılında yayın stüdyoları için yağmur kaynaklı darbe ses iletim sınır değerleri ile ilgili herhangi bir düzenleme ya da performans değeri bulunmamaktaydı. Bu durumda yağmur kaynaklı darbe ses iletimi de hesaba katıldığında yayın stüdyoları için Olimpik Yayın Hizmetleri kuruluşunun yayın stüdyoları için öngörmüş olduğu iç mekan gürültü ses seviyesi değeri olan 35 dBA (LAeq) performans kriteri olarak ele alınmıştır.

Bu makalede öncelikle varolan durumdaki düz metal çatının yağmur kaynaklı darbe ses iletiminin mevcut stüdyolarda iç ortam gürültü seviyelerini nasıl etkilediğini anlamak üzere yapılan gürültü izleme sonuçları değerlendirilmektedir. Gürültü izleme sonuçları varolan düz metal çatının Olimpik Yayın Hizmetleri tarafından belirlenmiş olan 35 dBA (LAeq), iç mekan gürültü ses seviyesi değerini sağlayamadığını ortaya koymuştur. Bu nedenle mevcut metal çatı üzerine çıkıntılı polietilen membran ve jeotekstil filtreden oluşan ek bir katmanın döşenmesi önerilmiş ve dört farklı ek katman önerisi detaylandırılmıştır. Önerilen sistemlerin testleri Sound Research Laboratories (SRL), Suffolk, Sudbury'de gerçekleştirildi ve ölçülen çatı sistemlerinin yağmur kaynaklı darbe ses iletimi belirlendi. Dört farklı tip çatı sisteminde yapay olarak yaratılan yoğun yağışın neden olduğu ses seviyeleri ölçüldü, farklı sistemlerin performansları karşılaştırıldı ve çatıdaki yağış nedeniyle mekanın içinde oluşacak iç ortam gürültü seviyesi değerleri hesaplandı ve bunun sonucunda en uygun çatı konstrüksiyonu ile ilgili değerlendirmeler yapıldı.

## 2. YAĞMUR GÜRÜLTÜSÜ İZLEME

Bu çalışmanın yapıldığı 2012 yılında yayın stüdyoları için yağmur kaynaklı darbe ses iletim sınır değerleri ile ilgili herhangi bir performans kriteri bulunmamaktaydı. Ancak Olimpik Yayın Hizmetleri kuruluşu yayın stüdyoları için iç mekan gürültü ses seviyesi değeri olarak 35 dBA (LAeq) öngörmektedir. Bu durumda öncelikle yağış sırasında yağmur darbe sesinin mevcut metal çatı koşulları için stüdyolarda iç mekan ses seviyesini nasıl etkilediğini belirlemek üzere Uluslararası Yayın Merkezi binasının içinde yağmur gürültüsü izleme kayıtları yapılmıştır. Özellikle de şiddetli veya yoğun yağış durumundaki iç ortam gürültü seviyelerinin belirlenmesi önerilecek çatı katmanları için gerekli olacak ses azaltım değerlerinin saptanmasında rol oynayacaktır.

Uluslararası Yayın Merkezi'nde çok fazla hareketliliğin olmadığı tipik bir stüdyo mekanında 18 Kasım 2011 Cuma ve 21 Aralık 2011 Çarşamba arasında beş haftalık bir sürede 24 saat boyunca sürekli gürültü izleme gerçekleştirildi. Ölçümler, 5 dakikalık bir süre boyunca gürültüyü kaydeden bir ses düzeyi ölçüm cihazı (Norsonic 140) kullanılarak serbest saha koşullarında alındı. Gürültü ölçüm cihazı ölçümlerden önce bir akustik kalibratör (Norsonic 1251) kullanılarak kalibre edildi. Kalibrasyonda belirgin bir kayma gözlenmedi. Ölçülen iç ortam gürültü seviyeleri (LAeq), ölçülen

gürültü seviyelerini yağmur yağdığı zamanlarla ilişkilendirmek için yakınlardaki bir hava izleme istasyonundan elde edilen yağış verileri ile karşılaştırıldı. Ölçüm verilerinin mekan içindeki kullanıcı kaynaklı aktivitelerden etkilenmediğinden emin olmak için, mekanın tamamen boş olduğu gece boyunca kaydedilen gürültü seviyeleri, stüdyoda yağmurdan kaynaklanan darbe ses iletimini değerlendirmek için temel olarak kullanılmıştır.

Gürültü izleme sonuçları ölçümlerin yapıldığı takriben beş haftalık süre içinde yağmur yağmadığı zamanlarda gece zaman dilimi için (23:00-07:00 saatleri arası) stüdyoda iç ortam gürültü seviyesi değerlerinin 25 dBA ila 33 dBA arasında olduğunu göstermektedir. Hafif yağışlı dönemlerde (0.5mm / saat) iç ortam gürültü seviyeleri yaklaşık 3 dB artarken yoğun yağış (4.8mm / saat) sırasında 20 dB artmakta ve iç ortam gürültü seviyesi yaklaşık 50 dBA olmaktadır. Ölçülen gürültü seviyelerindeki zirvelerin yağış oranındaki zirveye karşılık geldiği gözlemlenmiştir. Yağmur gürültüsü izleme sonuçları en şiddetli yağışa bağlı olarak iç ortam gürültü seviyelerinin, Olimpik Yayın Hizmetleri tarafından belirlenmiş olan iç ortam gürültü seviyesi kriterlerinin 15 dBA üstünde olduğunu göstermektedir ve bu da yayın stüdyosu için kabul edilemez bir iç ortam gürültü seviyesi değeridir. Bu nedenle, çatı performansını iyileştirmek için, mevcut çatı üstüne doğrudan uygulanacak dört tip çatı katmanı konstrüksiyonu önerilmiştir.

### 3. ÖNERİLEN ÇATI KONSTRÜKSİYONLARI

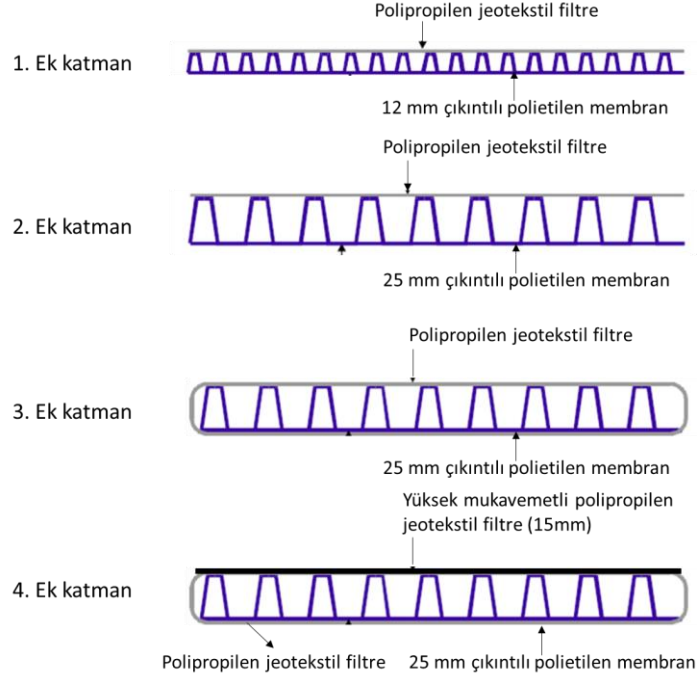
Uluslararası Yayın Merkezi binasındaki mevcut çatı, astar profili üzerine serilmiş saclardan oluşan bir düz metal çatı sistemi olup profil ile üst katmandaki sac arasında da taşıyıcı ile yalıtım sağlanmıştır. Mevcut çatı sisteminin akustik performansı ile ilgili veriler üretici firma tarafından sağlanmıştır. (Tablo 1) Mevcut çatı için ağırlıklandırılmış ses azaltım indeksi 44 dB Rw'dir.

**Tablo 1.** Üretici tarafından tedarik edilen mevcut çatı için ses azaltım değerlerinin frekans dağılımı

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Mevcut çatı konstrüksiyonu</b>	14	19	36	45	48	55	59	55

Yağmur sesine karşı mevcut çatı sisteminin sağladığı gürültü azaltım indeksini arttırmak ve böylece stüdyolarda tavsiye edilen 35 dBA iç ortam gürültü seviyesinin elde edilmesini sağlamak için mevcut çatı konstrüksiyonunun üzerine çıkıntılı polietilen membran ve jeotekstil filtreden oluşan ek bir katmanın döşenmesi önerildi. Bu ek katman için çeşitli kalınlıklarda çıkıntılı polietilen membran ve jeotekstil filtre kombinasyonlarından oluşan, aşağıda detaylıca açıklanan ve Şekil 1'de de gösterilen dört farklı ek katman önerisi geliştirildi:

- **1 numaralı ek katman:** 12 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran ve üzerinde de polipropilen jeotekstil filtre.
- **2 numaralı ek katman:** 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran ve üzerinde de polipropilen jeotekstil filtre.
- **3 numaralı ek katman:** 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran, etrafi tamamen polipropilen jeotekstil filtre tarafından sarılmış.
- **4 numaralı ek katman:** 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran, etrafi tamamen polipropilen jeotekstil filtre tarafından sarılmış ve üstüne 15 mm yüksek performanslı, yüksek mukavemetli propilen elyafından üretilen dokumasız yüksek performanslı jeotekstil filtre.



Şekil 1. Çatı için önerilen ek katmanlar

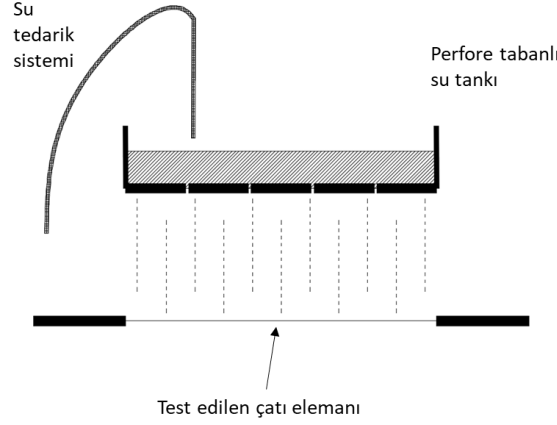
#### 4. YAĞMUR DARBE SESİ ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRME

Önerilen çatı konstrüksiyonları için yağmur darbe iletimi ölçümleri 2 Nisan 2012 Pazartesi günü Sound Research Laboratories (SRL), Suffolk, Sudbury'de gerçekleştirildi. Bir çatı elemanı tarafından iletilen yağmur darbe gürültüsünün ölçümü, ses şiddeti seviyesi (LI) değeri olarak 10-12 W / m<sup>2</sup> lik ses basınç seviyesine referansla dB cinsinden ölçülür. Bu değerler bir ses şiddeti probu kullanılarak çatı elemanının altında ölçülür. Her bir önerilen konstrüksiyonun ses şiddeti ölçümü, BS EN ISO 15186-1: 2003 [1] ve ISO / CD 140-18 (ISO TC3 / SC2 N 0751, 13-01-2004 tarihli) [2] standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Yağmur darbe sesi iletimi ile ilgili standartlarda şiddetli ve yoğun olmak üzere iki tür yapay yağış türü tanımlanmıştır. (Tablo 2). Bu makaleye konu olan ölçümlerde olabilecek en kötü durum için önlem alabilmek hedefiyle ölçümler yoğun yağış seviyesi baz alınarak yapılmıştır. Yağmur gürültüsü izleme döneminde yağış oranının genellikle 2 mm / saat yoğunlukta olduğu ve ölçülen en yüksek oranın da 4.8mm / saat olduğu gözlemlenmiştir. Şiddetli yağışlar (15 mm / saatlik bir yağış oranı) değerlendirilirken 2 yıllık, yoğun yağışlar (40 mm / saatlik bir yağış oranı) değerlendirilirken ise 50 yıllık bir yinleme dönemi baz alınmaktadır. Bu durumda burada yapılan yağmur darbe iletimi ölçümlerinin olabilecek en kötü durum olasılığı dikkate alınarak yapılmış olduğunu vurgulamak gerekmektedir.

Tablo 2. Standartlarda belirlenmiş yapay yağış ile ilgili parametreler [2].

Yağış tipi	Yağış oranı (mm / saat)	Ortalama damla çapı (mm)
Siddetli	15	2
Yoğun	40	5

Yağmur darbe sesi iletimi testi için, SRL Laboratuvarlarında bu ölçümler için kullanılmakta olan ve içerideki çınlama süresi yüksek olan bir yapının çatısına test edilmek istenilen konstrüksiyonlar yerleştirildi. Perfore tabana sahip bir su tankı ve su tedarik sisteminden oluşan yapay yağmur yağdırıcı test edilen çatı konstrüksiyonu üzerinde standartta belirtilmiş olan yoğun yağış etkisini gerçekleştirdi. Aşağıda Şekil 2'de ölçümler sırasındaki kurulumun şematik bir gösterimi yapılmıştır. Yağış sırasında yapının içinde bir ses şiddeti probu kullanılarak ses şiddeti seviyesi (LI, dB) değerleri ölçülmüştür.



Şekil 2. Yağmur darbe sesi iletimi ölçümlerinde kullanılan kurulumun şematik gösterimi

Yağmur darbe sesi iletim ölçümleri önerilen dört tip çatı konstrüksiyonu için ayrı ayrı yoğun yağış koşulları için yapılmıştır. Aşağıda Tablo 3'te yapılan ölçümler kodlanarak, ölçüm yapılan ek çatı katmanları detaylıca açıklanmıştır. Bu testlerin yapıldığı SRL laboratuvarlarının yağmur testlerinde kullanılan binasının üzerinde metal bir çatı bulunmaktadır. Bu çatının Uluslararası Yayın Merkezi çatısının aynısı olmadığı burada belirtilmelidir. Bununla birlikte, baz bir çatı üzerindeki farklı ek katmanların ölçüm değerleriyle göreceli olarak her bir konstrüksiyonun baz çatıya göre sağladığı iyileştirme oranı hesaplanabilecektir.

Tablo 3. Ölçüm kodları ve konstrüksiyon detayları

Ölçüm kodu	Tanımlama	Konstrüksiyon detayı
1	Baz çatı	Metal çatı
2	Baz çatı+1 numaralı ek katman	Baz çatı + 12 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran ve üzerinde de polipropilen jeotekstil filtre.
3	Baz çatı+2 numaralı ek katman	Baz çatı + 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran ve üzerinde de polipropilen jeotekstil filtre.
4	Baz çatı+3 numaralı ek katman	Baz çatı + 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran, etrafı tamamen polipropilen jeotekstil filtre tarafından sarılmış.
5	Baz çatı+4 numaralı ek katman	Baz çatı + 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran, etrafı tamamen polipropilen jeotekstil filtre tarafından sarılmış ve üstüne 15 mm yüksek performanslı, yüksek mukavemetli propilen elyaftan üretilen dokumasız yüksek performanslı jeotekstil filtre.

Öncelikle laboratuvarın baz çatısı daha sonra da önerilen dört farklı konstrüksiyonun darbe ses iletim değerleri ölçülmüş ve ses şiddeti seviyeleri belirlenmiştir. Her bir konstrüksiyon için ölçüm sonuçları ve frekans bazında dağılımları aşağıda Tablo 4'te gösterilmiştir. Baz çatının darbe ses iletimi değeri 74 dBA ağırlıklandırılmış ses şiddeti seviyesi olarak ölçülmüştür. Daha sonra 2, 3 ve 4 numaralı ölçümlerdeki çatı konstrüksiyonlarının iletimlerinin ağırlıklandırılmış ses şiddet seviyeleri 55-57 dBA aralığında ölçülmüştür. Bu da 2, 3 ve 4 numaralı ölçümlerin sonuçlarının anlamlı bir farklılık göstermediği şeklinde yorumlanabilir. Ağırlıklandırılmış ses şiddeti değerlerinin baz çatıya göre kaydettiği iyileştirme miktarı 17-19 dB aralığındadır. 5 numaralı ölçümdeki çatı konstrüksiyonunun darbe iletimi ağırlıklandırılmış ses şiddeti seviyesi ise 44 dBA olarak ölçülmüştür. Bu da takriben baz çatıya göre 30 dB'lik bir iyileşme değerine denk gelmektedir. Sonuçların ayrıntılı frekans analizi, tüm çatı konstrüksiyonları için yüksek frekanslardaki ses şiddeti seviyelerindeki iyileşmeye kıyasla düşük frekanslardaki iyileşmenin (300-400 Hz'in altında) az olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte,

5 numaralı ölçümdeki çatı konstrüksiyonu, düşük frekans aralığında da yüksek bir değer olarak kabul edilebilecek yaklaşık 10 dB'lik bir iyileşme sağlamaktadır.

Ölçümlerden sonra her bir çatı konstrüksiyonu için baz çatıya oranla frekans bazında ses şiddeti seviyelerinin iyileşme oranları hesaplandı. (Tablo 5) Bu hesaplanan oranlar Uluslararası Yayın Merkezi stüdyolarında her bir önerilen çatı konstrüksiyonu için iç ortam gürültü seviyesi değerlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Yağmur gürültüsü izleme sırasında stüdyo içindeki ölçülen en yüksek gürültü seviyesi 11.12.2011 tarihinde saatte 4.8mm yağış şiddeti için 49.8 dBA olarak ölçülmüştür. Bu iç ortam gürültü seviyesi taban değeri olarak kullanılmış ve her bir önerilen çatı konstrüksiyonu için bu taban değerinin üzerine iyileşme oranları eklenmiştir. Önerilen çatı konstrüksiyonlarına bağlı olarak hesaplanan stüdyolardaki olası iç ortam gürültü değerleri Tablo5'te gösterilmektedir. Sonuçlar, 2, 3 ve 4 numaralı ölçümlerdeki çatı konstrüksiyonları için hesaplanan iç ortam gürültü seviyelerinin 36-37 dBA civarında olduğunu göstermektedir. Bu değerler, Olimpik Yayın Hizmetleri kuruluşunun stüdyolar için tavsiye ettiği 35 dBA'nin az farkla üzerindedir. 5 numaralı ölçümdeki çatı konstrüksiyonu için ise hesaplanan iç ortam gürültü seviyesi değeri yaklaşık 27 dBA olmaktadır. Bu değer ise en yoğun yağış koşulları altında bile istenilen iç ortam gürültü seviyesi değerlerinin sağlanabileceğini göstermektedir.

**Tablo 4.** Önerilen farklı çatı konstrüksiyonları için ölçülen ses şiddeti seviyeleri (L<sub>A</sub>, dBA).

Ölçüm kodu	Tanımlama	Frekans							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	L <sub>A</sub>
1	Baz çatı	53.5	59.5	63.8	65.9	67.2	70.3	67.9	74.7
2	Baz çatı+1 numaralı ek katman	50.4	52.4	58.2	56.6	51.0	49.0	41.6	57.5
3	Baz çatı+2 numaralı ek katman	49.5	52.2	58.9	55.7	50.8	46.1	37.2	56.7
4	Baz çatı+3 numaralı ek katman	49.1	52.5	58.5	55.4	49.1	40.3	29.6	55.6
5	Baz çatı+4 numaralı ek katman	42.9	48.5	49.8	41.3	36.8	29.3	19.8	44.4

**Tablo 5.** İç mekan gürültü seviyelerinin hesaplanması.

Ses şiddeti seviyelerinin baz çatıya göre farkları (L <sub>I</sub> , dB)									
Ölçüm Kodu	Tanımlama	Frekans Dağılımı							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	
2	Baz çatı+1 numaralı ek katman	3.1	7.1	5.6	9.3	16.2	21.3	26.3	
3	Baz çatı+2 numaralı ek katman	4.0	7.3	4.9	10.2	16.4	24.2	30.7	
4	Baz çatı+3 numaralı ek katman	4.4	7.0	5.3	10.5	18.1	30.0	38.3	
5	Baz çatı+4 numaralı ek katman	10.6	11.0	14.0	24.6	30.4	41.0	48.1	
İç mekan gürültü seviyeleri (L <sub>Aeq</sub> , dBA)									
Ölçüm kodu	Tanımlama	Frekans Dağılımı							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	L <sub>Aeq</sub>
	Ölçülmüş en yüksek yağmur gürültüsü	51.6	50.9	45.9	45.5	45.8	40.5	41.5	49.8
2	Baz çatı+1 numaralı ek katman	48.5	43.8	40.3	36.2	29.6	19.2	15.2	37.2
3	Baz çatı+2 numaralı ek katman	47.6	43.6	41.0	35.3	29.4	16.3	10.8	37.0
4	Baz çatı+3 numaralı ek katman	47.2	43.9	40.6	35.0	27.7	10.5	3.2	36.5
5	Baz çatı+4 numaralı ek katman	41.0	39.9	31.9	20.9	15.4	-0.5	-6.6	27.6

Ölçüm sonuçlarına göre çatı için en kötü durum senaryosu olan yoğun yağış durumu gözönüne alınır 5 numaralı ölçümdeki çatı konstrüksiyonu önerilmiştir. Ancak 2, 3 ve 4 numaralı ölçümlerdeki çatı konstrüksiyonları istenilen 35 dBA iç ortam gürültü değerinin sadece 1-2 dBA üzerinde bir performans göstermektedir. Stüdyolarda çatıya ek olarak ayrıca bir asma tavan uygulaması yapılması ve işin maliyet boyutu da gözönüne alınır 2, 3 veya 4 numaralı ölçümlerdeki konstrüksiyonların performans değerinin artacağı ve Olimpik Yayın Hizmetleri kuruluşunun belirlediği sınır değerleri sağlayabileceği öngörülmüştür. Müşteri gerekçeleriyle açıklanan bu sonuçları değerlendirmiş ancak hangi çatı konstrüksiyonunu seçtiğini belirtmemiştir.

## 5. SONUÇ

Bu makalede Londra 2012 Olimpiyat Köyü'ndeki Uluslararası Yayın Merkezi stüdyolarında olası yağmur sesi gürültüsüne karşı uygun çatı konstrüksiyonunun belirlenme süreci irdelenmiştir. Olası yağmur kaynaklı gürültü rahatsızlığına karşı mevcut metal çatının performansını geliştirmek ve iç mekanda belirlenmiş LAeq performans standartlarını karşılamak için, mevcut çatı konstrüksiyonunun üzerine çeşitli kalınlıklarda çıkıntılı polietilen membran ve jeotekstil filtre kombinasyonlarından oluşan dört farklı ek çatı katmanı önerildi. Önerilen sistemlerin testleri Sound Research Laboratories (SRL), Suffolk, Sudbury'de gerçekleştirildi ve ölçülen çatı sistemlerinin yağmur kaynaklı darbe ses iletimi belirlendi. Dört farklı tip çatı sisteminde yapay olarak yaratılan yoğun yağışın neden olduğu ses şiddeti seviyeleri ölçüldü ve değerler stüdyolarda farklı sistemlerde elde edilecek iç ortam gürültü seviyelerinin hesaplanmasında kullanıldı. Böylece dört farklı çatı katmanının ve kullanılan malzemelerin performansları karşılaştırıldı.

Sonuçlar yoğun yağış koşulları altında önerilen ilk üç ek katmanın Olimpik Yayın Hizmetleri kuruluşunun stüdyolar için tavsiye ettiği 35 dBA iç ortam gürültü seviyesi değerinin az farkla üzerinde olduğunu göstermektedir. Olimpik Yayın Hizmetlerinin belirlediği değerin altında performans gösteren tek sistem ise önerilen 4. ek katman olup bu sistem etrafı tamamen polipropilen jeotekstil filtre tarafından sarılmış 25 mm'lik çıkıntılı yüksek yoğunluklu polietilen membran ve üstünde de 15 mm yüksek performanslı, yüksek mukavemetli propilen elyaftan üretilen dokumasız yüksek performanslı jeotekstil filtreden oluşmaktadır. Sonuçlar bu sistemin olabilecek en kötü durum senaryosu için dahi stüdyolarda belirlenmiş olan iç ortam gürültü seviyesi değerlerini karşılayabileceğini ortaya koymuştur. Ancak 2, 3 ve 4 numaralı ölçümlerdeki çatı konstrüksiyonları istenilen 35 dBA iç ortam gürültü değerinin sadece 1-2 dBA üzerinde bir performans göstermektedir. Stüdyolarda çatıya ek olarak ayrıca bir asma tavan uygulaması yapılacağı ve işin maliyet boyutu da düşünülürse 2, 3 veya 4 numaralı ölçümlerdeki konstrüksiyonların performans değerinin artacağı ve Olimpik Yayın Hizmetleri kuruluşunun belirlediği sınır değerleri sağlayabileceği öngörülmüştür. Müşteri sonuçları değerlendirmiş ancak hangi çatı konstrüksiyonunu seçtiğini belirtmemiştir. Ancak Londra 2012 Olimpik ve Paralimpik Oyunları sırasında Uluslararası Yayın Merkezi stüdyolarında yağmur sesi yağmur darbe gürültüsünden kaynaklanan herhangi bir problem yaşanmadığı da gözlemlenmiştir.

## REFERANSLAR

[1] BS EN ISO 15186-1:2003 Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity. Laboratory measurements.

[2] International Standards Organization. Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 18: Laboratory measurement of sound generated by rainfall on building elements. International Standard ISO/CD 140-18 (ISO TC43/SC2 N 0751 13 January 2004).