

Atık Lastik Katkılı Yapılarda İç Ortam Isıl Özelliklerinin Araştırılması

Hüsamettin BULUT*

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

Bülent YEŞİLATA

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

Paki TURGUT

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

Yusuf İŞIKER

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Osmanbey Kampüsü, Şanlıurfa

ÖZET

Ömrünü tamamlamış atık lastikler, çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu değersiz atık konumundaki lastikleri değerlendirmenin en uygun yollarından biri yapı elamanlarında kullanımdır. Bu çalışmada, aynı boyutlarda inşa edilmiş atık lastik katkı ve katkısız betondan yapılmış iki model odanın gerçek dış ortam koşulları altındaki ısı davranışları araştırılmıştır. Model odaların iç ortam sıcaklık değerleri analiz edilmiş ve ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Lastik katkı yapının dış ortam koşullarından daha az etkilendiği ve iç ortam sıcaklık değişiminin daha az olduğu görülmüştür. Katkılı odada gecikme faz süresinin yıllık ortalama 3.5 saat, katkısız odalarda ise 3 saat olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile atık lastik katkısının yapıya olumlu ısı özellikler kazandırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık lastik, geri kazanım, yalıtım, gecikme fazı

Investigation of Indoor Thermal Behaviors For Rubber Added Structures

ABSTRACT

Scrap automobile tires after their life-spans cause serious environmental problems. One of the best practices for their recovery is using them in building applications. In this study, two prototype rooms of the same dimensions with and without adding scrap tire pieces are built. Thermal behaviors of these two rooms are examined and compared under real atmospheric environments. Their indoor temperatures reveal that addition of scrap tire pieces lowers both indoor temperature variations and the effect of outdoor conditions. As an example, mean values of yearly thermal time lag are 3.5 hour and 3 hour respectively for the rooms with and without scrap tire pieces. The results in overall confirm that scrap tire addition improves thermal behavior of the room under consideration.

Keywords: Scrap tire, recovery, thermal insulation, thermal time lag

GİRİŞ

Günümüzde enerji kullanımının %35 gibi önemli bir kısmı binalarda olmaktadır. Binalarda kullanılan bu enerjinin yaklaşık %80'i ise ısıtma ve soğutma enerjisine harcanmaktadır. Enerji fiyatlarının sürekli arttığı ve iklim değişikliği ile birlikte artan çevresel kaygılar enerji tasarrufu dışında fazla bir seçenek bırakmamaktadır. Binalarda, ısı kayıp ve kazançlarının azaltılması ile enerjinin

verimli kullanılması ancak ısı yalıtımı ile olabilir. Binalarda ısı kayıp ve kazançlarının önemli bir kısmı yapı elemanı olarak duvar ve çatılardan olmaktadır. Duvar ve çatılardaki yalıtım enerji tasarrufunu getirmesine rağmen ilk yatırım maliyetinden dolayı çoğu zaman yapılmamaktadır. Isı yalıtımı açısından çeşitli yapı malzemeleri ve yalıtım malzemeleri bulunmaktadır. Bunların üretilmesinde çevreye olumsuz etki bırakılmakta ve ayrıca maliyet açısından dezavantajları bulunmaktadır. Bundan dolayı çevreye olumsuz etkileri

* İletişim yazarı

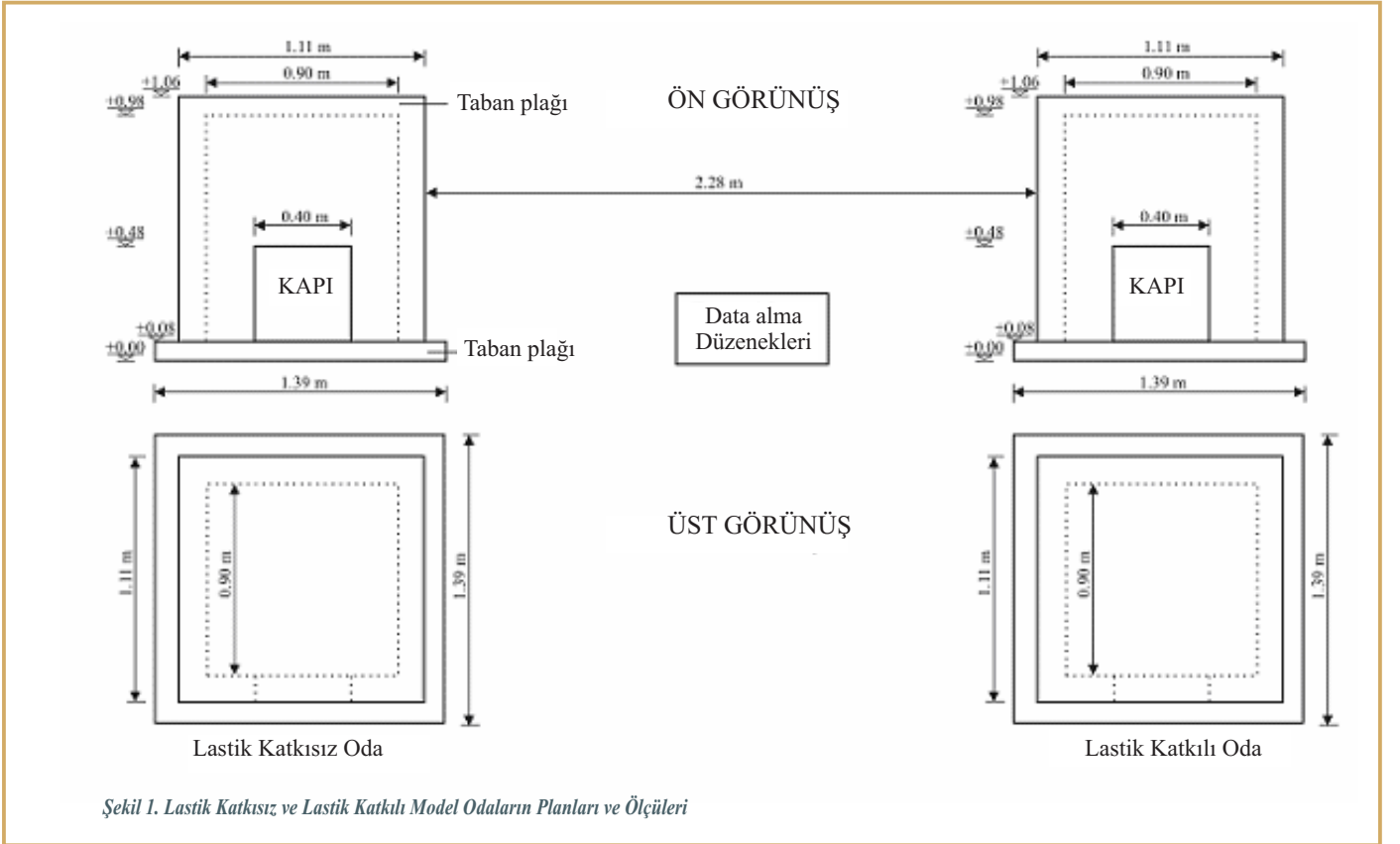
Geliş/Received : 18.02.2008

Kabul/Accepted : 27.03.2008

olmayan ve düşük maliyetli alternatif yapı elemanlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Taşımacılığın %95'inin karayolları ile yapıldığı ülkemizde büyük miktarlarda atık araba lastikleri ortaya çıkmaktadır. Atık araba lastikleri çevre problemlerine neden olmaktadır. Kullanılmış lastiklerin bertaraf edilmesi ile ilgili fırınlarda yakıt olarak kullanılması ve yeniden işlenmesi gibi çeşitli uygulamalar olmasına rağmen, beton içerisine ilavesi ile yalıtım özelliklerinin iyileştirilmesi uygulaması çevreye doğrudan olumlu katkısı olacaktır. Atık lastiklerin geri kazanımı ve yalıtım amaçlı kullanımı ile ilgili bilgiler literatürde verilmektedir [1-5].

olmak üzere tüm yapı elemanlarında lastik katkı olan beton bir model oda inşa edilmiştir. Ayrıca karşılaştırmaların yapılması için lastik katkılı oda ile aynı boyutlarda lastik katkısız bir beton oda yapılmıştır. Beton yapımında duvarlarda, PÇ 32.5 çimento, kum (04.75 mm tane çaplı), su ve granül halinde atık lastik (%60 hacimsel oranda), tavan ve tabanda ise granül atık lastik yerine şerit halindeki atık lastikler kullanılmıştır. Şekil 1'de lastik katkısız ve lastik katkılı model odaların planları ve ölçüleri verilmiştir. Model odalarının tamamlanmış son durumdaki görüntüleri ise Şekil 2'de görülmektedir. Şekillerden de görüleceği gibi odaların boyutları eşittir ve aynı görünüme sahiptirler. Odalarda



Bu çalışmanın temel amacı, atık lastik katkılı beton yapının ısı özelliklerinin deneysel olarak araştırılmasıdır. Bu amaç için model odalar geliştirilmiş ve sıcaklık ölçümleri alınmıştır.

LASTİK KATKILI VE KATKISIZ ISIL TEST ODALARI

Atık lastiğin yapı elemanları üzerindeki ısı özellikleri açısından etkisinin tespit edilmesi için tavan, taban ve duvarları



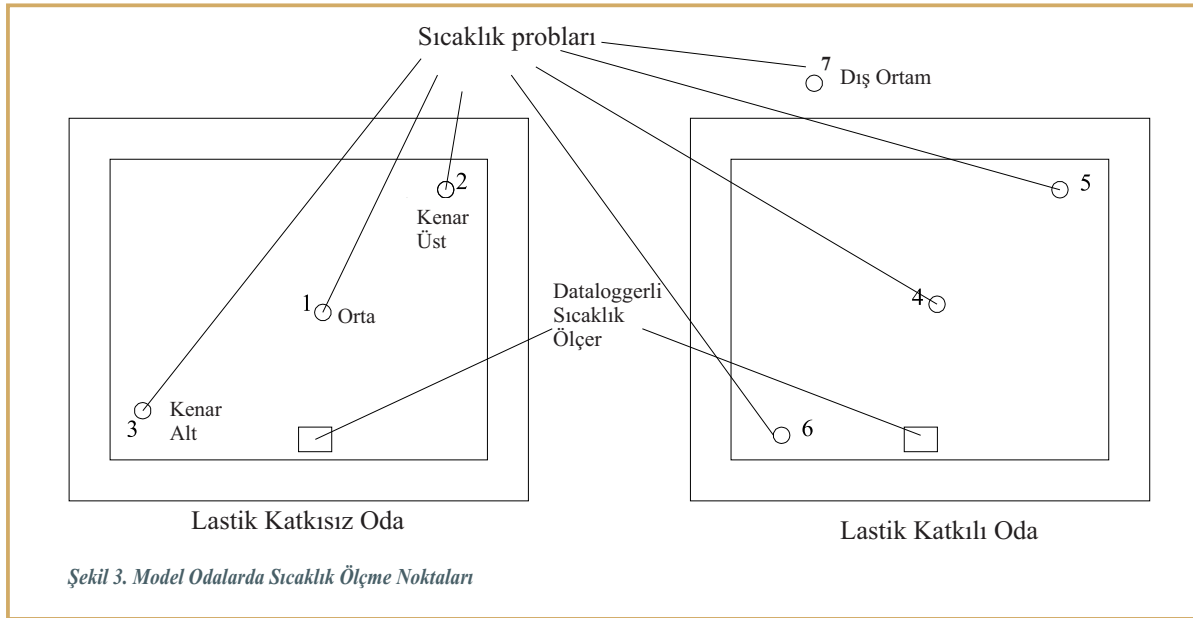
Şekil 2. Model Odaların Tamamlanmış Durumdaki Görüntüleri

ölçüm elemanlarının veya ısıtıcı gibi sistemlerin iç ortama konulması için PVC'den bir kapı her iki odaya yapılmıştır.

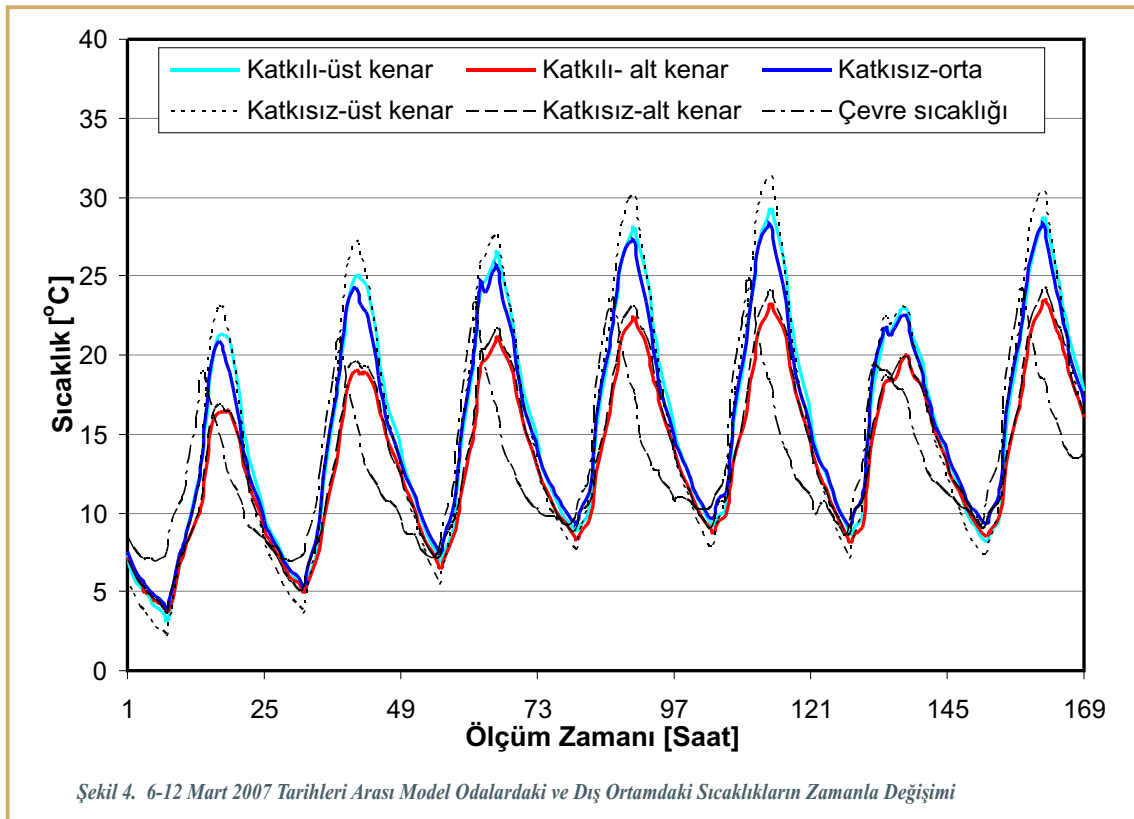
MODEL ODALARDAKİ SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Aynı boyutlardaki atık lastik katkılı ve katkısız model odaların içinde, üç farklı noktada ve odanın ortasındaki bir noktada iç ortam sıcaklıkları ile iki farklı noktada dış ortam

sıcaklıkları ölçülmüştür. Şekil 3'te sıcaklık ölçme noktaları gösterilmiştir. Sıcaklık ölçümlerinde T-tipi ısı çiftleri, 8 kanallı bir veri toplama (datalogger) ünitesi ve orta bölge için kendinden veri toplayıcısı olan sıcaklık ölçer kullanılmıştır. Ölçümler kesintisiz olarak 30 dakika aralıklarla kaydedilmiş ve veriler daha sonra USB bağlantılı kablo ile bilgisayara aktarılmıştır. Sıcaklık ölçümlerine ek olarak, yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı da bir piranometre (Kipp&Zonen CM 11) ile eş zamanlı olarak ölçülmüştür.



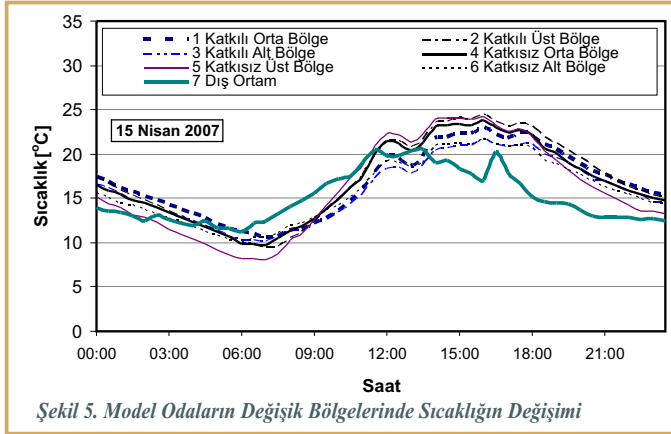
Şekil 3. Model Odalarda Sıcaklık Ölçme Noktaları



Şekil 4. 6-12 Mart 2007 Tarihleri Arası Model Odalardaki ve Dış Ortamdaki Sıcaklıkların Zamanla Değişimi

SICAKLIK DEĞERLERİNİN ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

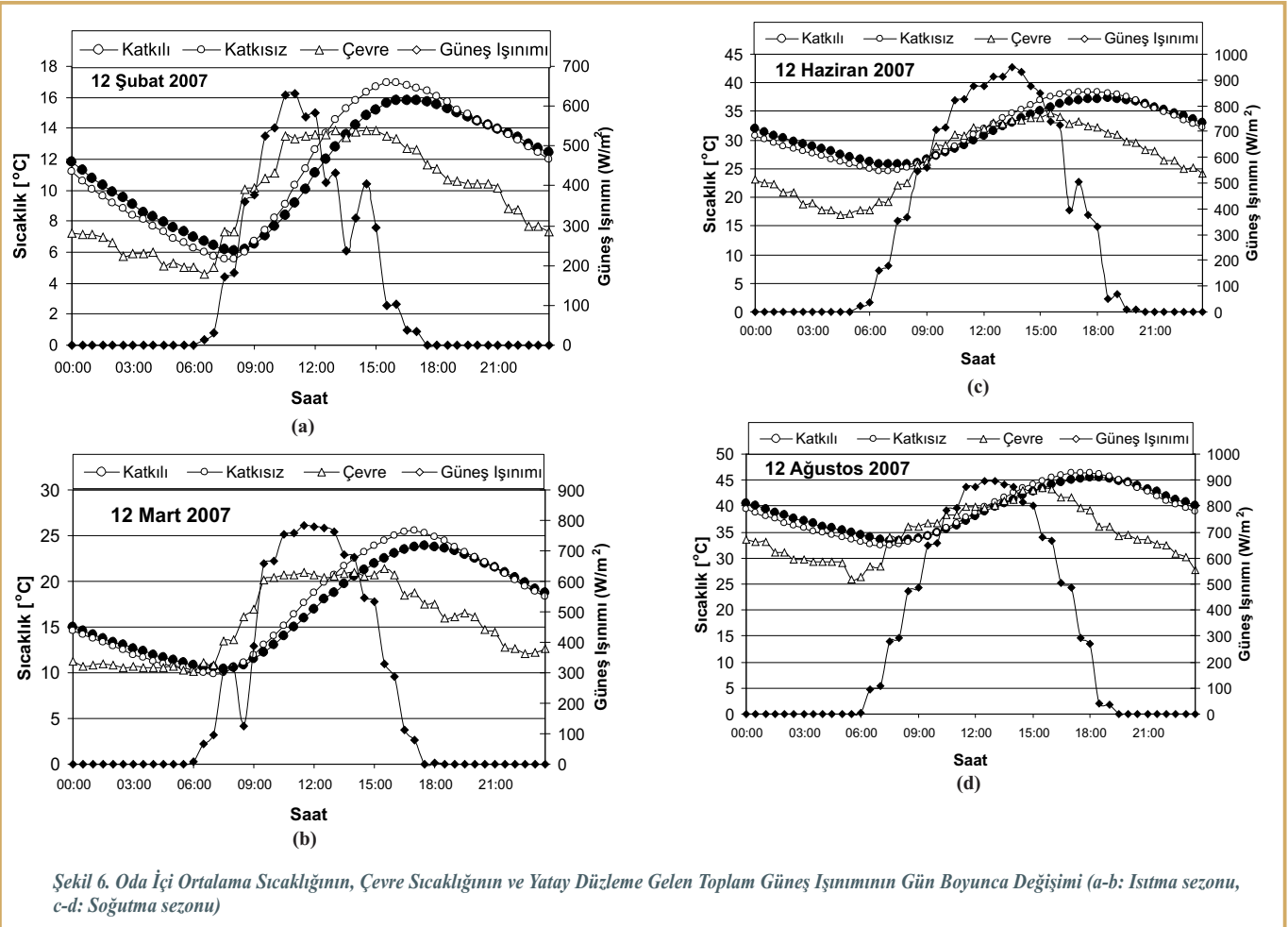
Aynı boyutlardaki lastik katılı ve katkısız model odalar için sıcaklık ölçümleri Şubat-Eylül 2007 tarihleri arasında yapılmıştır. Sıcaklık ölçüm sonuçlarına bir örnek teşkil etmesi açısından, çoklu gün aralığına ait (6-12 Mart 2007 tarihleri arası) sıcaklık değerleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekil 5'te ise 15 Nisan 2007 tarihindeki her iki model oda için 3 farklı noktadaki sıcaklıkların ve çevre sıcaklığının



Şekil 5. Model Odaların Değişik Bölgelerinde Sıcaklığın Değişimi

değişimi gösterilmiştir. Şekilden odalardaki ölçüm noktalarının da çevre sıcaklığı gibi bir zaman serisi oluşturduğu ve benzer değişimi belli bir faz kayması ile oluşturduğu görülmektedir. Üst kenardaki ölçüm noktasındaki sıcaklığın dış ortam şartlarına göre en yüksek veya en düşük değerlerde olduğu gözlenebilir.

Isıtma ve soğutma dönemini temsil eden aylarda, seçilen günler için oda içi ortalama sıcaklığın, çevre sıcaklığının ve yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımının gün boyunca değişimi Şekil 6 (a-d)'da gösterilmiştir. Şekillerden lastik katılı ve katkısız odalar aynı dış ortam şartlarında benzer tepkiler vermişlerdir. Gece saatlerinde katılı odalarda iç sıcaklıkların daha yüksek olduğu ve gündüz saatlerinde ise katkısız odalarda sıcaklıkların daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle güneş ışınımının etkisinin olmadığı gece saatlerinde, katkısız odalarda ısı iletimi daha fazla olduğundan iç sıcaklık katılıya göre daha düşük olmaktadır. Yaz aylarında ise bu durum ters olmaktadır.



Şekil 6. Oda İçi Ortalama Sıcaklığının, Çevre Sıcaklığının ve Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işınımının Gün Boyunca Değişimi (a-b: Isıtma sezonu, c-d: Soğutma sezonu)

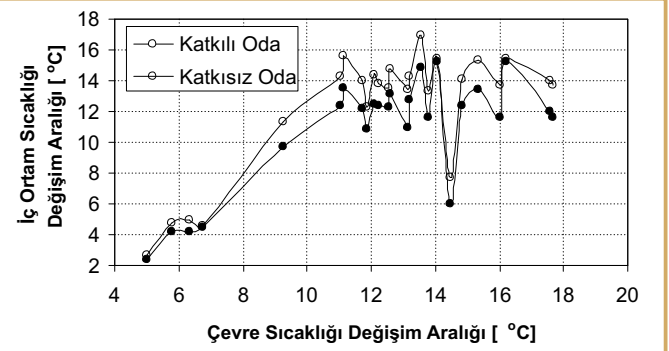
SICAKLIK DEĞERLERİNİN İSTATİKSEL ANALİZİ

Şubat-Eylül ayları arasında alınan ölçüm değerlerini analiz etmek için belirli günler seçilmiştir. Bu amaçla rastgele seçim yerine aşağıdaki yöntem takip edilmiştir. Ay (31 gün) kartillere (çeyreklere) ayrılarak her kartildeki orta gündeki sıcaklıklar tipik veriler olarak alınmıştır. 1. kartilden 4. gün, 2. kartilden ayın 12.gün, 3. kartilden ayın 20. gün ve 4. kartilden ayın 28. günün ölçüm değerleri ısı özellikleri açısından istatistiksel olarak incelenmiştir. İç ortam sıcaklığı olarak modellerin orta bölgesinden dataloggerlu sıcaklık ölçerden alınan sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

İç Ortam Sıcaklıklarının Değişim Aralıkları

Değişim aralığı (DA), en yüksek değer ile en düşük değer arasındaki farktır. Tablo 1'de sıcaklıkların değişim aralıkları belirlenen günler için verilmiştir. Tablodan lastik katkılı odada iç sıcaklığın, değişim aralığının katkısız odanın ve çevre sıcaklığının değişim aralığından daima daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum lastik katkılı yapının dış ortamdaki daha az etkilendiğini ve daha düzgün bir sıcaklık değişiminin

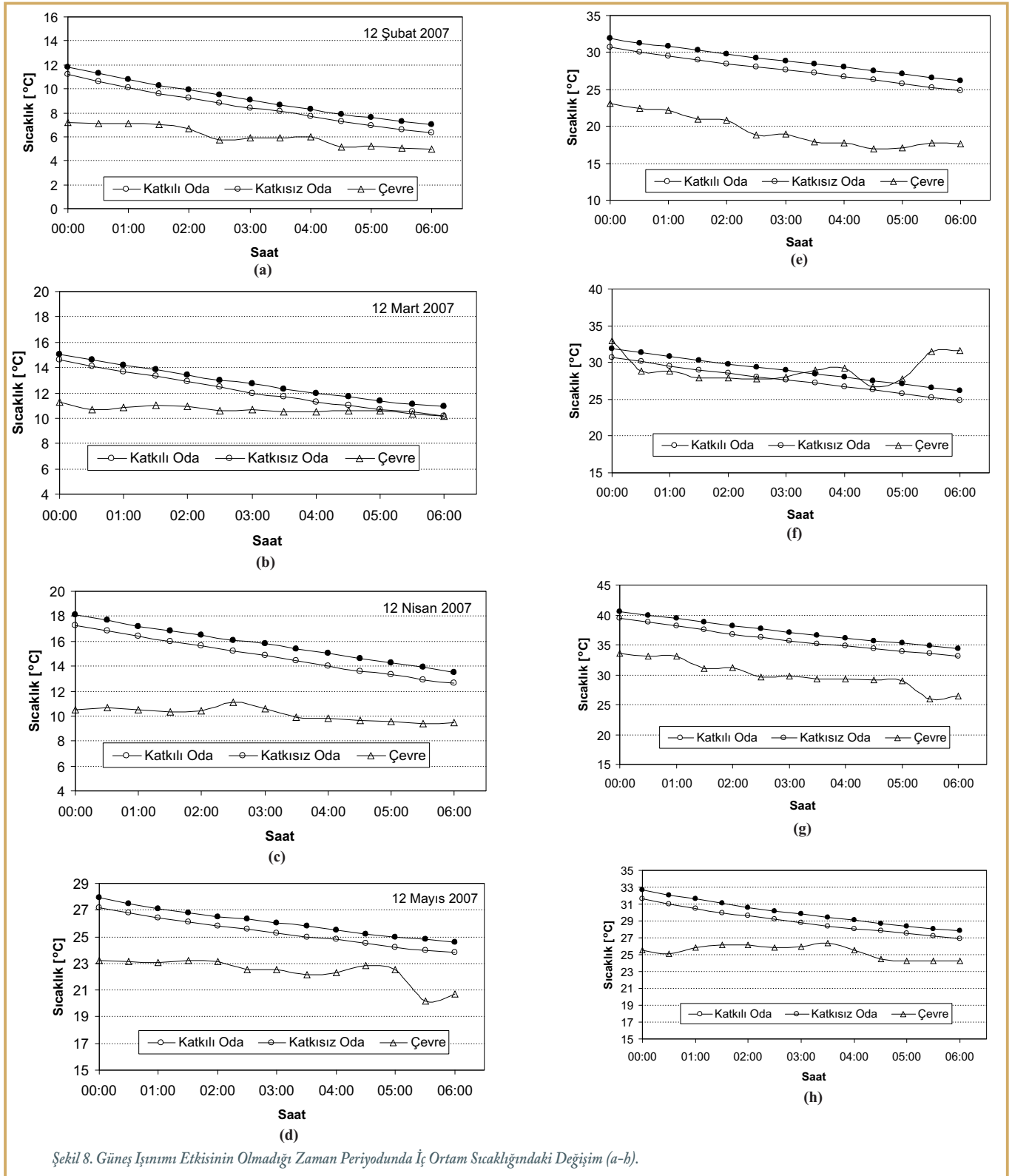
olduğunu göstermektedir. Lastik katkısız odada değişim aralığı, çevre sıcaklığının değişim aralığından daha büyük değerler aldığı gözlenmiştir. Katkısız ve katkılı odalarda iç ortamdaki sıcaklık değişim aralığı arasındaki fark ortalama 1.46 °C olarak hesaplanmıştır. Şekil 7'de çevre sıcaklığındaki değişim aralığına göre katkılı ve katkısız odadaki sıcaklık değişim aralıklarının değişimi gösterilmiştir. Şekilden iki odanın da benzer tepkiyi verdiği ancak katkılı odadaki DA'nın daha az olduğu görülmüştür. Dış ortam değişim aralığı arttıkça iç



Şekil 7. İç Ortam Sıcaklığı Değişim Aralığının Dış Ortam Çevre Sıcaklığı Değişimine Göre Değişimi

Tablo 1. Sıcaklıklar İçin Değişim Aralıkları

Tarih	Lastik Katkılı Odada DA (°C)	Lastik Katkısız Odada DA (°C)	Dış Ortamda DA (°C)
04 Şubat 2007	2.4	2.7	5.0
12 Şubat 2007	9.7	11.3	9.3
20 Şubat 2007	12.4	14.3	11.0
28 Şubat 2007	4.2	5.0	6.4
04 Mart 2007	4.2	4.8	5.8
12 Mart 2007	13.5	15.6	11.2
20 Mart 2007	12.3	13.5	12.6
28 Mart 2007	12.2	14.0	11.7
04 Nisan 2007	12.4	13.8	12.2
12 Nisan 2007	10.9	12.3	11.9
20 Nisan 2007	6.0	7.7	14.5
12 Mayıs 2007	4.5	4.6	6.8
20 Mayıs 2007	13.4	15.3	15.3
28 Mayıs 2007	11.0	13.4	13.2
04 Haziran 2007	15.2	15.4	16.2
12 Haziran 2007	11.6	13.7	17.7
04 Temmuz 2007	15.2	15.4	14.0
12 Temmuz 2007	11.6	13.7	16.0
28 Temmuz 2007	12.8	14.3	13.2
04 Ağustos 2007	12.5	14.4	12.1
12 Ağustos 2007	12.0	14.0	17.6
20 Ağustos 2007	11.6	13.3	13.8
04 Eylül 2007	12.4	14.1	14.8
12 Eylül 2007	13.1	14.8	12.6
20 Eylül 2007	14.9	17.0	13.6



Şekil 8. Güneş Işınımı Etkisinin Olmadığı Zaman Periyodunda İç Ortam Sıcaklığındaki Değişim (a-h).

ortamdaki değişim aralığı da artmakta ancak belirli bir değerden sonra artışın yaklaşık sabit kaldığı gözlenmiştir.

Duvar yüzeylerine gelen ve oradan içeriye nüfuz eden güneş ışınımının etkisinin olmadığı ve sadece iletim ve konveksiyonla ısı transferinin olması durumunda odalardaki iç

hava sıcaklığındaki değişim de analiz edilmiştir. Güneş ışınımının etkisinin olmadığı zaman periyodu, gece yarısı Saat 24:00 ile güneş doğuşunun olduğu saat arası alınmıştır. Ele alınan günler için bu zaman periyotunda, lastik katkılı ve katkısız odalardaki iç sıcaklıklar arasında ortalama 0.77 °C'lik bir sıcaklık farkı ve katkılı ve katkısız odalardaki iç ortam

sıcaklığı ile dış çevre sıcaklığı arasında sırasıyla 4.08 °C ve 3.07 °C fark tespit edilmiştir. Şekil 8 (a-h)'de bazı günler için güneş ışınımı etkisinin olmadığı periyotta iç sıcaklıkların ve çevre sıcaklığının değişimi verilmiştir. Şekillerden genelde katkılı odalarda iç sıcaklığın daha yüksek olduğu görülmektedir.

İç Ortam Sıcaklığının Varyasyon Katsayısı

Isıl konfor açısından iç ortam havası sıcaklığındaki değişimin çok büyük olmaması gerekir. İç ortamdaki hava sıcaklığının daha homojen olması gerekir ve ani değişimler göstermemelidir. Model odalardaki iç sıcaklıkların değişimini karşılaştırmak için varyasyon katsayısından yararlanmıştır. Varyasyon katsayısı (VK),

$$VK = \frac{S}{\bar{T}} \times 100 \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanır [6]. Burada S standart sapmayı, \bar{T} ise ortalamayı göstermektedir. Yüksek varyasyon katsayısı daha fazla değişimi gösterir. Tablo 2'de ele alınan günler için model odaların orta bölgelerindeki iç sıcaklıkların, ortalamaları, standart sapmaları ve varyasyon katsayıları verilmiştir. Tablodan lastik katkısız odalarda varyasyon katsayısının lastik katkılı odalara göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durum iç ortamdaki sıcaklık değişiminin daha fazla olduğunu gösterir. Mevsimlik bazda varyasyon katsayılarına bakıldığında kış aylarında varyasyon katsayısının, yaz aylarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Ele Alınan Günler İçin Model Odaların Orta Bölgelerindeki İç Sıcaklıkların, Ortalamaları (\bar{T}), Standart Sapmaları (S) ve Varyasyon Katsayıları (VK)

Tarih		\bar{T} (°C)	S (°C)	VK (%)
4 Şub. 2007	Katkılı	5.03	0.96	19.16
	Katkısız	5.04	1.06	20.96
12 Şub. 2007	Katkılı	11.27	3.34	29.61
	Katkısız	11.46	3.85	33.62
20 Şub. 2007	Katkılı	12.02	4.30	35.79
	Katkısız	12.35	4.92	39.81
28 Şub. 2007	Katkılı	12.35	1.34	10.88
	Katkısız	12.30	1.60	12.98
4 Mart 2007	Katkılı	12.82	1.41	11.03
	Katkısız	12.84	1.59	12.38
12 Mart 2007	Katkılı	16.91	4.87	28.81
	Katkısız	17.37	5.53	31.85
20 Mart 2007	Katkılı	14.88	4.40	29.58
	Katkısız	14.97	4.80	32.03
28 Mart 2007	Katkılı	17.18	3.97	23.11
	Katkısız	17.33	4.49	25.90
4 Nis. 2007	Katkılı	14.28	4.32	30.22
	Katkısız	14.22	4.82	33.91
12 Nis. 2007	Katkılı	17.77	3.43	19.30
	Katkısız	17.56	3.88	22.11
20 Nis. 2007	Katkılı	12.92	1.80	13.93
	Katkısız	12.38	2.14	17.27
12 May. 2007	Katkılı	24.96	1.16	4.66
	Katkısız	24.53	1.23	5.03
20 May. 2007	Katkılı	29.80	4.85	16.27
	Katkısız	30.14	5.51	18.28
28 May. 2007	Katkılı	29.36	3.18	10.82
	Katkısız	29.43	3.89	13.21

Tarih		\bar{T} (°C)	S (°C)	VK (%)
4 Haz. 2007	Katkılı	31.29	4.96	15.84
	Katkısız	31.31	5.04	16.09
12 Haz. 2007	Katkılı	31.60	4.01	12.69
	Katkısız	31.58	4.76	15.08
4 Tem. 2007	Katkılı	31.29	4.96	15.84
	Katkısız	31.31	5.04	16.09
12 Tem. 2007	Katkılı	31.60	4.01	12.69
	Katkısız	31.58	4.76	15.08
28 Tem. 2007	Katkılı	40.30	4.35	10.79
	Katkısız	40.07	4.89	12.21
4 Ağus. 2007	Katkılı	39.02	4.19	10.74
	Katkısız	38.76	4.85	12.51
12 Ağus. 2007	Katkılı	39.38	4.03	10.23
	Katkısız	39.16	4.67	11.93
20 Ağus. 2007	Katkılı	36.09	3.82	10.59
	Katkısız	35.87	4.41	12.28
28 Ağus. 2007	Katkılı	35.08	4.17	11.89
	Katkısız	34.84	4.74	13.59
4 Eyl. 2007	Katkılı	36.57	4.09	11.19
	Katkısız	36.32	4.66	12.83
12 Eyl. 2007	Katkılı	33.29	4.57	13.73
	Katkısız	33.21	5.12	15.42
20 Eyl. 2007	Katkılı	30.31	5.02	16.57
	Katkısız	30.09	5.69	18.91

MODEL ODALARIN FAZ GECİKME SÜRELERİ

Bir binanın dış hava ile temastaki duvarından, içeriye doğru geçen veya içerden dışarıya doğru olan ısı enerjisi miktarının hesabında, dış hava sıcaklığı ile güneş ışınımındaki periyodik değişmelerin göz önüne alınması gerekir. Dış hava sıcaklığındaki ve güneş ışınımındaki sinüzoidal dalgalanma dış hava ile temastaki duvardaki ısı transferine ve dolayısıyla iç ortamdaki sıcaklığın da zamana göre periyodik olarak değişmesine sebep olur. Dış ortam şartlarının iç ortama yansımaları hemen olmamaktadır. Dış ortam sıcaklığı ve güneş ışınımının etkisi yapı malzemesine bağlı olarak belirli bir

gecikme ile olur. Bu gecikme süresine gecikme fazı denilir [7]. Tablo 3'te tipik günler için tespit edilen faz gecikme süreleri verilmiştir. Tablo 3'ten görüldüğü gibi dış ortam sıcaklığı en yüksek değerini saat 11:30 ile 16:30 arasında almasına karşın, odalarda iç sıcaklıklar en yüksek değerlerini genelde saat 16:00-17:30 arasında almaktadırlar. Tablodan gecikme fazının katkılı odalarda katkısız odalara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Katkılı odada gecikme faz süresinin yıllık ortalama 3.5 saat, katkısız odalarda ise 3 saat olduğu hesaplanmıştır. Faz gecikmesi sonunda iç sıcaklıkların katkısız odalarda daha yüksek değerlerde kaldığı görülmüştür. Faz gecikmesinin yaz aylarında katkılı ve katkısız odalarda kışa göre daha düşük değerlerde kaldığı tespit edilmiştir. Faz

Tablo 3. Tipik Günler İçin Maksimum Sıcaklıklar (T_{max}) ve Oluşma Zamanları ve Faz Gecikme Süreleri (ϕ)

Tarih	Ortam	Zaman	T_{max} (°C)	ϕ (saat)
4 Şub. 2007	Çevre	13:00	7.2	-
	Katkılı	16:00	6.3	3
	Katkısız	16:00	6.5	3
12 Şub. 2007	Çevre	13:00	0.6	-
	Katkılı	16:00	15.8	3
	Katkısız	15:30	16.9	2.5
20 Şub. 2007	Çevre	12:30	15.0	-
	Katkılı	17:00	18.3	4.5
	Katkısız	17:00	19.7	4.5
28 Şub. 2007	Çevre	12:30	13.3	-
	Katkılı	16:30	14.4	4
	Katkısız	16:30	15.0	4
4 Mart 2007	Çevre	13:00	14.4	-
	Katkılı	17:00	15.2	4
	Katkısız	17:00	15.6	4
12 Mart 2007	Çevre	11:30	20.9	-
	Katkılı	17:30	23.9	5
	Katkısız	17:00	25.5	4.5
20 Mart 2007	Çevre	12:30	17.8	-
	Katkılı	17:00	21.2	4.5
	Katkısız	17:00	22.1	4.5
28 Mart 2007	Çevre	14:30	19.4	-
	Katkılı	16:30	23.5	2
	Katkısız	16:00	24.8	1.5
4 Nis. 2007	Çevre	11:30	17.0	-
	Katkılı	17:30	21.0	5
	Katkısız	17:00	21.1	4.5
12 Nis. 2007	Çevre	13:30	20.7	-
	Katkılı	17:30	23.8	4
	Katkısız	17:00	24.8	3.5
20 Nis. 2007	Çevre	11:30	19.4	-
	Katkılı	13:30	16.2	2
	Katkısız	13:00	16.7	1.5
12 May. 2007	Çevre	15:00	25.6	-
	Katkılı	17:30	26.0	2.5
	Katkısız	18:30	26.1	3.5
20 May. 2007	Çevre	16:00	34.0	-
	Katkılı	18:30	36.7	2.5
	Katkısız	18:00	38.0	2
28 May. 2007	Çevre	15:30	32.8	-
	Katkılı	17:00	36.0	1.5
	Katkısız	17:00	37.5	1.5
04 Haz. 2007	Çevre	13:30	37.4	-
	Katkılı	14:00	39.4	0.5
	Katkısız	14:00	39.6	0.5
12 Haz. 2007	Çevre	15:30	34.6	-
	Katkılı	18:00	37.2	2.5
	Katkısız	18:00	38.3	2.5
12 Tem. 2007	Çevre	16:30	42.7	-
	Katkılı	16:30	36.7	0
	Katkısız	16:30	38.2	0
28 Tem. 2007	Çevre	16:30	42.5	-
	Katkılı	18:00	46.7	1.5
	Katkısız	18:00	47.4	1.5
04 Ağus. 2007	Çevre	13:30	42.4	-
	Katkılı	17:30	44.9	4
	Katkısız	17:30	46.0	4
12 Ağus. 2007	Çevre	15:30	43.5	-
	Katkılı	18:00	45.4	2.5
	Katkısız	17:30	46.4	2
20 Ağus. 2007	Çevre	13:30	36.1	-
	Katkılı	18:00	41.8	4.5
	Katkısız	17:00	42.6	3.5
04 Eyl. 2007	Çevre	13:30	39.4	-
	Katkılı	18:00	42.7	4.5
	Katkısız	18:00	43.4	4.5
12 Eyl. 2007	Çevre	12:30	36.0	-
	Katkılı	17:30	40.1	5
	Katkısız	17:30	41.1	5
20 Eyl. 2007	Çevre	14:30	35.3	-
	Katkılı	18:00	37.8	3.5
	Katkısız	17:30	38.9	3

farkı ne kadar uzun sürede oluşuyorsa duvar ısıl davranış bakımından o kadar iyidir denilebilir [8]. Dolayısıyla lastik katkıli odalarda gecikme fazının yüksek olması bir avantajdır.

SONUÇLAR

Atık lastik katkıli yapıda ısıl özellikler lastik katkısiz yapıya göre daha iyi olduğu görülmüştür. Lastik katkıli ve katkısiz odalar aynı dış ortam şartlarında benzer tepkiler vermişlerdir. Gece saatlerinde katkıli odalarda iç sıcaklıkların daha yüksek olduğu ve gündüz saatlerinde ise katkısiz odalarda sıcaklıkların daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle güneş ışınımının etkisinin olmadığı gece saatlerinde, katkısiz odalarda ısı iletimi daha fazla olduğundan iç sıcaklık katkıliya göre daha düşük olmaktadır. Yaz aylarında ise bu durum ters olmaktadır. Lastik katkıli odada iç sıcaklığın, değişim aralığının katkısiz odanın ve çevre sıcaklığının değişim aralığından her zaman daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum lastik katkıli yapının dış ortamdan daha az etkilendiğini ve daha düzgün bir sıcaklık değişiminin olduğunu göstermektedir. Lastik katkısiz odalarda varyasyon katsayısının lastik katkıli odalara göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durum iç ortamdaki sıcaklık değişiminin daha fazla olduğunu göstermiştir. Mevsimlik bazda varyasyon katsayılarına bakıldığında kış aylarında varyasyon katsayısının, yaz aylarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gecikme fazının katkıli odalarda katkısiz odalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Katkıli odada gecikme faz süresinin yıllık ortalama 3.5 saat, katkısiz odalarda ise 3 saat olduğu hesaplanmıştır. Faz gecikmesi sonunda iç sıcaklıkların katkısiz odalarda daha yüksek değerlerde kaldığı görülmüştür. Faz gecikmesinin yaz aylarında katkıli ve katkısiz odalarda kışa göre daha düşük değerlerde kaldığı tespit edilmiştir.

Lastik katkıli odaya ait duvarlarda kullanılan %60 hacimsel oranındaki granül lastik katkısının; odanın ısıl davranışı ile ilgili olumlu etkilerine karşın; duvarın mukavemeti (basınç ve çekme dayanımı, elastiklik vb.) açısından bazı olumsuz etkileri de söz konusudur. Örneğin; %60 oranındaki lastik katkıyla, basınç dayanımı 28.7 MPa değerinden 5.4 MPa

değerine, eğilme dayanımı ise, 5.1 MPa değerinden 1.95 MPa değerine düşmektedir. Bu değerler, yük taşıyan yığma yapılar için geçerli TS standardında öngörülen alt sınır değerlerin biraz üzerindedir. Duvarın mekanik dayanımının alt sınır değerlerine yakın olduğu bu tür durumlarda; duvar içerisindeki lastik katkısını arttırmak yerine, lastik katkıli sıva kullanımı ile ısıl davranışta küçük oranda ek bir iyileşme temin etmek mümkündür.

Sonuç olarak, atık lastik katkısının yapı elamanlarına olumlu ısıl özellikler kazandırdığı ve standartlarda belirtilen alt mukavemet sınırı sağlanmak şartıyla, yapı uygulamalarında rahatlıkla kullanılabilen gözelemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu (MAG) tarafından '105M021' Nolu Projeye sağlanan destek için teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

1. Yeşilata B, Bulut H, Turgut P, Demir F. Atık Taşıyıcı Lastiklerinin Geri Kazanımı ve Yalıtım Amaçlı Kullanımı, MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi, 102, 64-72, 2007.
2. TMMOB, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Lastik Sanayi ve Petlas, Sektörel Rapor Dizisi: 6 Aralık 1994, Ankara.
3. Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin (ÖTL) Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete (Tarih: 25/11/2006, Sayı: 26357).
4. Ünlü H. Otomotiv Endüstrisinde Oluşan Tehlikeli Atıkların Geri Kazanım, Yüksek Lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
5. Yeşilata B, Turgut P, Bulut H, Demir F. Atık Otomobil Lastiklerinin Bina Yapı Elemanlarında Yalıtım İyileştirme Amacıyla Kullanılabilirliğinin Araştırılması, TUBİTAK-MAG Projesi(105M021), Başlangıç tarihi: 1 Eylül 2005.
6. Yıldız N, Akbulut Ö, Hüdaverdi B. İstatistiğe Giriş, Aktif Yayınevi, İstanbul, 2002.
7. Tamer Ş. Klima ve Havalandırma, Meteksan A.Ş., Ankara, 1990.
8. Toydemir N, Gürdal E, Tanaçan L. Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2004.