

SAMAN BALYASI İLE YAPILANMA: KIRIKKALE-HASANDEDE'DE BİR PROTOTİPİN YAPIMI

Demet IRKLI ERYILDIZ ve Aysu BAŞKAYA

Mimarlık Bölümü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Maltepe
06570 Ankara, irkli@mmf.gazi.edu.tr , aysu@mmf.gazi.edu.tr

ÖZET

Bu makalenin konusu, dünyada yaygın olan ancak Türkiye’de tanınmayan saman balyası yapım tekniğidir. Bu amaçla malzemenin yalıtım, sürdürülebilirlik ve depreme dayanım ile ilgili özellikleri geniş bir literatür taraması yapılarak incelenmiştir. Saman balyalarından inşa edilen prototip yapı ünitesinin, kısa bir sürede, kolay ve uygun bir fiyata yapılabilir olduğu ve bahsi geçen özellikleri barındırdığı izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Saman balyası, ekolojik yapı, süper yalıtım, sürdürülebilirlik.

BUILDING WITH STRAW-BALES: CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE IN KIRIKKALE- HASANDEDE

ABSTRACT

The subject of this paper is straw bale building technology, which is common in the world but not known in Turkey. Insulation, sustainability and seismic resistance properties of the straw bale building elements are examined with an extensive literature survey. It has been observed that the prototype building unit made of straw bales can be built easily in a short time with a reasonable price and exhibits the above-mentioned properties.

Keywords: Straw bale, ecological building, super insulation, sustainability.

GİRİŞ

Bu makalenin ilk bölümü kaynak taramasını içermektedir. Takip eden bölüm prototip olarak inşa edilen bir eğitim ünitesinin yapım süreci aşamalarının sırasıyla aktarıldığı bir rehber niteliğindedir. Yapı, makalenin yazarları ve bir grup mimarlık öğrencisi tarafından, Bala Devlet Üretme Çiftliğinden sağlanan saman balyaları

kullanılarak Kırıkkale-Hasandede’de 2000 yılının yazında on beş gün içerisinde inşa edilmiştir. Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu, GEN-Europe (Global Eco Village Network-Europe) ve Mimarlar Odası Kırıkkale Temsilciliği katkıları ile gerçekleştirilen saman balyası yapının atölye çalışmasının eğitimcisi Harald Wedig’dir.

1. LİTERATÜR TARAMASI VE MATERYAL

Saman yüzyıllarca onun yapısal bütünleyiciliğinin farkına varmış inşaatçılar tarafından tercihen kullanılmıştır. Bir parça saman, güçlü yapısal bir eleman olarak kabul edilen basit bir selüloz tübü gibi çalışır. Bu tüp ilk olarak çamuru çatlamaya karşı dayanıklı kılmak için kullanılmıştır. Çapraz kafes örgülü saman, çamurun yıllarca çatksız olarak kalmasını sağlayabilmiştir. [1].

Antropologlar samanın yapı malzemesi olarak yaklaşık 40 000 yıldan bu yana kullanıldığına inanmaktadırlar [2]. Eriha şehrinde bulunan ve M.Ö. 8300’e tarihlenen kerpiç tuğlalarının içinde ve antik Mısır türbelerinde pek çok saman örneklerine rastlanmıştır. Mısır koçanı olarak adlandırılan toprak ve saman karışımı, İngiltere’de yüzyıllarca kullanılmıştır. Almanya’da yapı ustalarının buldukları ve ‘leichtlehm’ olarak adlandırdıkları kile yatırılmış, sonrada ahşap kalıplarda şekillendirilmiş saman karışımı bugün halen köylerde kullanılmaktadır [3].

Geç 19. yy’da dikdörtgen saman balya paketlerinin bulunmasıyla yeni bir inşa sistemi de gündeme gelmiştir. Amerika’da 1890’lardan sonra sıklıkla kullanılmaya başlanan saman ile özellikle kuzeybatı Nebraska’da bugün bir-iki katlı konutlar, kiliseler, çiftlik evleri, okullar, ofisler inşa edilmektedir. Buhar gücü ile çalışan balya makinalarının bulunması ile daha da sıklıkla kullanılan bu tekniğin yaygınlaşmasının başlıca sebeplerinden bir tanesi malzeme ve enerji kaynaklarının kısıtlılığı ve zehirli maddelerin etrafımızı çevrelediği bir dünyadan duyulan rahatsızlık olarak sayılabilir [1].

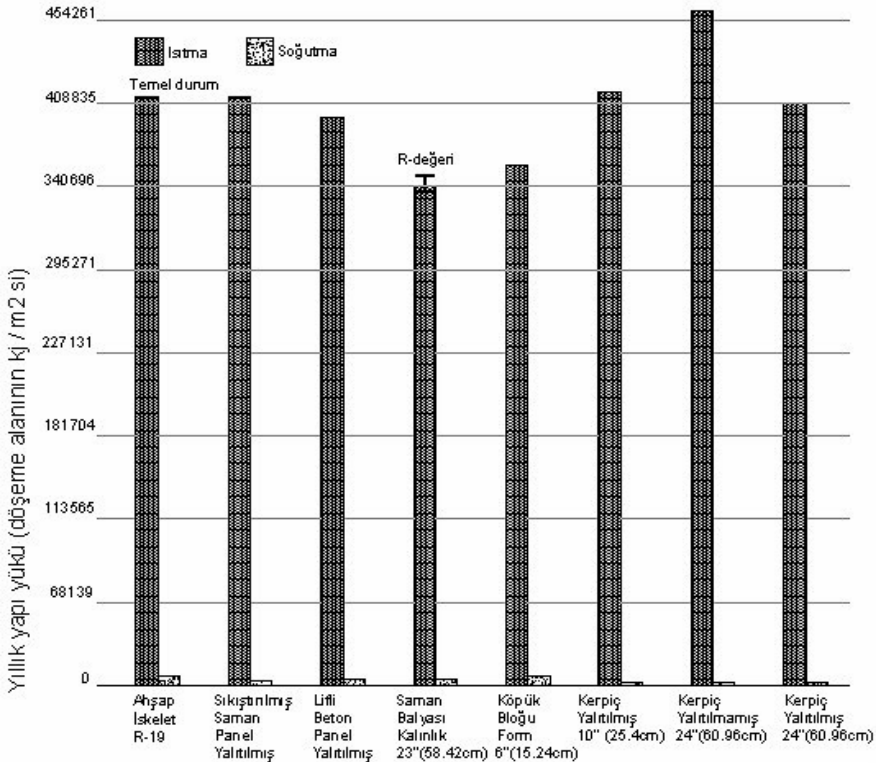
Ülkemizde de saman yıllık olarak yenilenebilen, belli zamanlarda bol ve kolay bulunabilen bir malzemedir. Tahıl üretiminin olduğu bölgelerde buğday, yulaf, pirinç, arpa gibi ürünlerin sapları artık kabul edilerek atılır, çoğunlukla yakılarak yok edilir. Fakat bu atılan malzeme ile enerji performansı yüksek, korunaklı barınaklar inşa edilebilir.

1.1. Süper-Yalıtım Malzemesi Olarak Saman

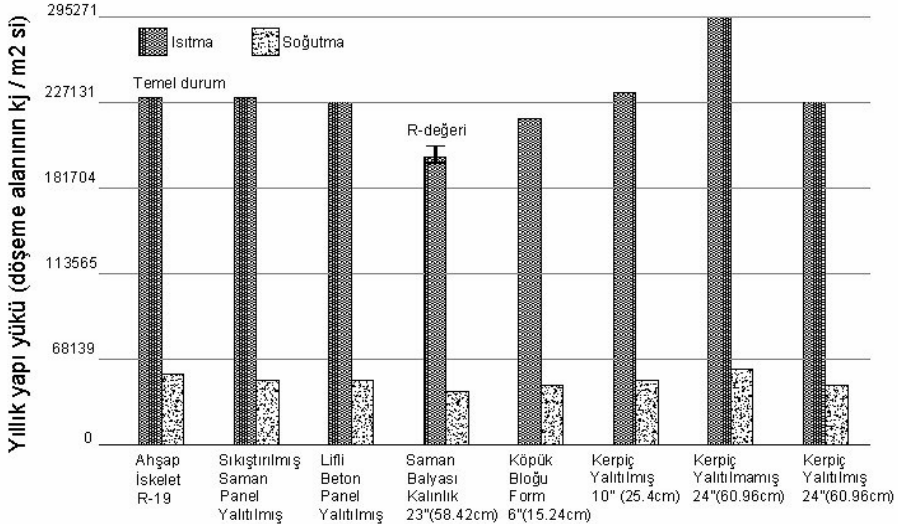
Selüloz içeren saman balyası iyi yalıtım özelliklerine sahiptir. Böyle super-yalıtılmış bir yapıda dışarıdan gelen havanın içeri girmesi engellenerek iç hava sıcaklığı sabit tutulur. Yapının bu yeteneği, direnç veya R-Değeri; (Metrik sistemin kullanıldığı ülkelerde RSI-değeri olarak adlandırılır) ısı iletkenlik direncini veren nümerik değer ile ölçülür [4]. Bu değer ne kadar yüksekse, yalıtım o kadar iyidir [5]. Isıyı kademeli olarak bıraktığı için saman balyaları geleneksel sistemlere (tuğla, beton, vb.) kıyasla

en uygun seçenektir ve mükemmel bir enerji tasarrufu sağlar. Lawrence Berkeley Laboratuvarı Enerji Bölümü bilim adamı Jim Hanford prototip konut yapımı için kullanılacak değişik duvar malzemesinin ve projesinin ısı karakteristiğini araştırmıştır. Bunun için Navajo'da değişik bina seçeneklerinin enerji verimi analiz edilerek inşa sürecinde testler yapılmıştır. Hanford'un analizine göre bir saman balyası için varsayılan R-2.4 hassas ölçümlerle R-1.8 ve R-3.0 (her bir 2.54 cm için) olarak bulunmuştur. Şekil 1 ve Şekil 2 saman balya duvarın diğer duvar konstruksiyonları ile karşılaştırmalı olarak ısı özelliklerini içerir [1].

Bir saman balyasının R-değeri, 45 gibi oldukça yüksek bir değer iken, benzer bir kalınlıktaki beton duvarın R-değeri 10'dan az, 15 cm'lik ahşabın R-değeri yaklaşık 19, tek cidarlı camın R-değeri ise sadece 0.9dur [5]. Bir balya, 60 cm'lik kalınlığa kadar ulaşabildiği için son derece yüksek ısı edime sahiptir. Testler; R-değerinin samanın yönüne bağlı olarak her bir '2.54 cm' için 2.4-3.0 arasında değiştiğini ve ısı ediminin ise nem ve paketin yoğunluğuna bağlı olarak farklılık gösterdiğini kanıtlamıştır [1]. Arizona Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada, buğday ve pirinç



Şekil 1. Albuquerque, New Duvar Konstruksiyonu Mexico İklimi: Alternatif ve Performans Analizi



Şekil 2. Cedar Şehri, Utah İklimi: Alternatif Duvar Konstruksiyonu ve Performans Analizi

balyalarının R-Değerinin klasik sistemle inşa edilmiş yapılardan 2-3 kat daha iyi olduğunu ispat edilmiştir [6].

Lawrence Berkeley Laboratuvarı'nda Navajo bölgesi için yapılan analizler, saman balya yapım teknolojisinin, değerlendirilen diğer teknolojiler arasında ısıtmada en iyi enerji performansını sağladığını göstermiştir. Laboratuvar bulguları saman balya tekniğinin, ısı tasarrufu önlemleri ve edilgin güneş tasarımları ile birlikte kullanıldığında; alışılmış kullanıma kıyasla %60'ın üstünde bir tasarruf sağlayabileceğini ortaya koymuştur [1].

1.2. Çevresel Faydalar ve Sürdürülebilirlik

Saman tamamiyle sürekliliği olan (tekrar yetiştirilebilir) bir malzemedir. Burada sürdürülebilirlik sonsuza kadar devam ettirilebilirlik anlamına gelmektedir. Saman olarak nitelenen ve hasattan sonra tahılı alınmış saplar her yıl yeniden büyüeyebilir bir üründür ve yenilenebilir bir kaynaktır. Sürdürülebilir bir sistemde saman bir yıldan az bir zamanda yeniden üretilebilir. Sadece Amerika'da her yıl 200 milyon ton saman değerlendirilmekte veya bir kısmı gereksiz yere harcanmaktadır[1]. Şayet alandan her yıl oldukça fazla bir saman hasılatı söz konusuysa, toprağın sağlıklı ve üretken kalabilmesi için toprak tazelenmesi, karma ürün ekimi (çeşitli meyva ağaçları olabilir), ürün değişikliği gibi yöntemler denenebilir. Üstelik bütün samanın alandan kaldırılması gibi bir gereklilikde yoktur. Kenarlarda bırakılan saman erozyonu kontrol edecektir.

Saman, besicilikte yem olarak kullanılması haricinde mevsim sonunda artanı yakılan bir üründür. Samanın yakılması yerine balya yapım tekniğinde faydalı bir şekilde kullanılması hem her yıl tonlarca karbon monoksit ve diazot monoksit üretiminin önüne geçecek ve hem de ülke ekonomisine katkıda bulunacaktır. Kaliforniya'da yaklaşık bir milyon ton pirinç kamışı her güz döneminden sonra yakılmaktadır. Bu dönemde duman Sacramento Vadisi üzerinde bir kaç hafta kalmaktadır. Yıllık saman yakımı oldukça fazla karbon monoksit üretmektedir. Pirinç kamışı içerdiği yüksek silis bileşeni dolayısıyla diğerlerinden daha da tehlikelidir [5].

1.3. Depreme Dayanıklılılık

Toprak, kerpiç veya taş gibi geleneksel malzemelerle inşa edilmiş yapılar sadece deprem riski taşımaz, aynı zamanda masraflı bir deprem takviyesi gerektirir. 1976 depreminde Çin'de 250 000 kişi ölmüştür ve ölenlerin çoğu takviyelenmemiş kağıt yapılar altından çıkartılmıştır. 1985 Şili depreminde 28 000 kerpiç yapının yıkılması sonucunda 150 000 kişi evsiz kalmıştır [6].

Saman balyaları çok iyi genişlik-yükseklik oranına sahiptir, doğası gereği esnek ve dayanımlıdır. Kolaylıkla ve etkili bir şekilde ahşap, bambu veya metal elemanlarla takviyelenebilir. Balya duvar sistemi, çatı örtüsü ve temel arasındaki bağlantılar yeterince dayanıklıysa, sismik tasarım için ideal olarak değerlendirilebilir. Geleneksel yapılar deprem şokunu çatıya aktarmakta, oysa balya duvar bu şokun çoğunu içinde barındırmaktadır. Tel ile güçlendirilmiş siva da bu sismik dayanıma katkıda bulunur [6]. Ramirez tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada iki katlı inşa edilmiş karkas sistem balya dolgu duvar (dışı çimento bazlı siva, içi alçı siva) daha sonra periyodik olarak yanal basınca maruz bırakılmıştır. Bu yanal yüklere malzemenin ne kadar dayanımlı olduğunu anlamak için yapılan testler sonucunda sıvanın en dayanımlı kısım olduğu ve yanal yükün çoğunu aldığı açığa çıkmıştır. Balya dolgu kısım ise esnektir ve yanal güce dayanımı oldukça azdır. Bu esneklik sayesinde olası kırılmaların önüne geçilir [7].

2. SAMAN BALYASI YAPIM TEKNİKLERİ

Saman balya yapım sistemleri genellikle taşıyıcı olan (Nebraska stili), olmayan ve karma sistem olmak üzere üçe ayrılır. Her üç sistemde de balya kullanılarak bodrum kat yapımından kaçınılır.

2.1 Taşıyıcı Balya Tekniği (Yığma)

Sıkı paketlenmiş balya blokları, yatay ve düşey desteklere (kiriş ve dikmelere) ihtiyaç duyulmadan bir ve bir-buçuk katlı yapıları olanaklı kılar. Balya duvar, dışarıdan çimento sıvası ile içeriden ise alçı siva ile sıvanır.

Balya duvarlarla inşa edilen pek çok Nebraska yapısı genellikle kare veya dikdörtgen planlıdır. Bu sistemin avantajları, tasarım ve inşanın kolay olması, para, zaman, malzeme ve işçilikten tasarruf sağlanabilmesi olarak özetlenebilir. Fakat tasarımdaki kısıtlamalar (çok ağır çatı örtüsünün kullanılmaması), düz ve yoğun balyaların gerekliliği, duvarların çatı sisteminin yüküne alışabilmesi için sıvanmadan bekleme zorunluluğu, bu sistemin dezavantajları arasındadır [4].

Taşıyıcı balya tekniğinde, üzerinde hiç bir açıklık bulunmadığı (pencere, kapı, vb.) zaman balya duvarın dayanımı ve sağlamlığı tartışılmaz. Tepe pencereleri yapının dayanımını etkilemez, fakat tüm açıklıkları bir duvarda toplamak pek akıllıca bir davranış olmaz. Diğer bir konu ise açıklıkların birbirine ve bir açıklığın köşeye olan uzaklığıdır. Bu her iki mesafede bir buçuk balya boyundan az olmamalıdır. Geniş açıklıklar dayanıklı lentolar veya açıklığın üstündeki çatı yükünü alacak dayanımlı bir çatı strüktürü gerektirir. Bu nedenle açıklıklar geniş ve alçak değil, dar ve yüksek olarak tasarlanmalıdır [4].

2.2 Taşıyıcı Olmayan Balya Tekniği (Karkas)

Geniş açıklıkların inşasında başvurulan bu teknikte saman balyaları kiriş ve dikmelerden oluşan sistemin dolgu malzemesi olarak görev yapar. Çatıyı desteklemek amacıyla kurulan iskelette balyalar sadece kendilerini taşırlar. Ahşap karkas çerçeve, çatının tüm yükünü taşır ve temele aktarır. İyi kurulmuş bir karkas sistem çok katlı saman balya yapılanmaya olanak tanır.

Yığma sisteme kıyasla iki bağlamalı, az yoğun balyaların kullanılabilir olması, ölçülerde zorlanıldığında, balya sayısında ve açıklıkların yerlerinde kolaylıkla ayarlama yapılabilmesi, çatı ağırlığı gibi diğer tasarım kısıtlamalarından bağımsız olması bu sistemin avantajları arasında sayılabilir. Fakat iskeleti kurmak için harcanan zaman, para, işçilik, malzeme ve ayrıca bu iskeleti ve balya dolgu duvarları taşıyacak karmaşık temel sisteminin gerekliliği bu tekniğin dezavantajlarından [4].

2.3 Taşıyıcı Karma Sistem

Yukarıda belirtilen iki sistem arasındaki temel fark tamamıyla ‘yapısal’dır. ‘Karma’ olarak adlandırılan bu sistem ise ‘yapısal’, ‘kompozisyonel’ ve ‘geçici’ olmak üzere üç temel başlıkta irdelenebilir [4].

Yapısal karma sistemde, geniş balya duvarlar ve farklı malzeme(ler)den inşa edilmiş duvar/karkas sistemler üst örtüyü taşırlar. Bir tasarımda bu iki duvar tipini birlikte kombine ederek kullanmak, tasarımcıyı ve uygulamacıyı bir takım dezavantajlardan ve kısıtlamalardan kurtarır. Örneğin tek katlı bir yapıda çatı yükünün bir kısmı kerpiç bir duvar, diğer bir kısmı da yığma saman balya duvar tarafından taşınabilir. Güney duvarı pek çok açıklığı ile karkas, kuzey duvarı yığma bir yapı bu karma

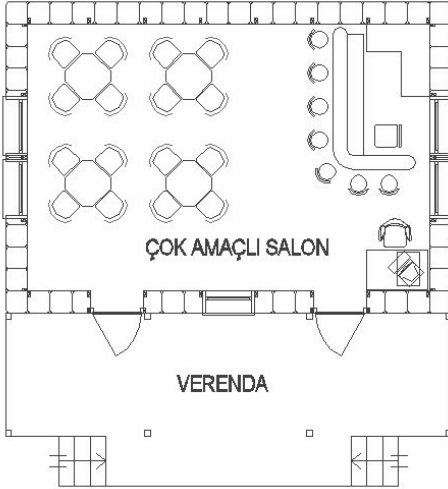
sistemin başka bir örneği olarak verilebilir. İki katlı bir yapıda ilk kat karkas-balya dolgu, ikinci kat, çatı ağırlığını taşıyan, yığma balya sistem olarak düşünülebilir [4].

Geçici karma sistemde eski ve yeni kombine edilmiştir. Bu sistemde, eski, yalıtılmamış, çok fazla enerji tüketen yığma bir yapı, yeni pencere ve kapılar yerleştirilerek, çatı izolasyonu ve duvar yalıtımı elden geçirilerek revize edilebilir [4].

3. SAMAN BALYASI BİNA YAPIM YÖNTEMİ

Kırıkkale Hasandede'de uygulanan projede taşıyıcı olmayan balya tekniği kullanılmıştır. Saman balyalarının, ahşap karkas sistemde dolgu malzemesi olarak yer aldığı projenin aşamaları detayları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Projenin ve Alanın Hazırlanması: Tasarım; maliyet, iklim, estetik ve bölgesel üsluplar göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Yapı istekler ve ihtiyaçlar doğrultusunda zaman içerisinde eklemelere izin verecek şekilde planlanmıştır. Bölücüler yardımıyla mekan, çok fonksiyonlu olarak kullanılabilir.



Projenin uygulamaya konulmasından önce, su, elektrik, LPG, atıklar ve atık su kullanımı, ısıtma (pasif/aktif), yön, aydınlatma, doğal havalandırma, yenibilir peyzaj, ulaşım gibi temel ihtiyaçların karşılanmasına yönelik olarak proje, son bir kez elden geçirilmiştir.

Saman balyası prototipinin projesi, bilgisayar yardımıyla çizilmiş, modellenmiş ve metraj hesabı çıkartılmıştır. Temel ve üzerine oturtulacak duvarın ve çatının son halini görebilmek için bilgisayar teknolojisinin yanısıra, ahşap bir model (1/50 ölçekli) kullanılmıştır. Plan ve görünüşler tamamlandıktan sonra, tam olarak 45x35x80 boyutlarında ve

45x35x40 boyutlarında kaç adet balya gerektiği saptanmış ve Bala Devlet Üretim Çiftliğinden bu yapı için gereken saman balyaları ücretsiz olarak tedarik edilmiştir.¹

¹ Harmanı takiben sipariş verildiğinde (Haziran sonu) istenen miktarda balya düşük fiyata elde edilebilir. Bazı bölgelerde samanın elden çıkartılması oldukça güç olabilir ve balya samanlar ücretsiz olarak temin edilebilir. Bu balyaları direk olarak çiftçilerden almak hem daha hesaplı olabilir, hem de yapımcıya balyanın kalitesi ve yoğunluğu hakkında daha net bir bilgi verebilir.

Kırıkkale, Hasandede köyündeki uygulamada alan hazırlanırken, doğal ortama en az zarar verilmiş, aşırı zemin oynaması ve temel çalışmasını en aza indirmek amacıyla, az eğimli bir alan tercih edilmiştir. Zemin düzeltme çalışması temel taş duvarı örüldükten sonra iç zeminde yapılmıştır.

Temel ve Döşeme: Taşıyıcı olmayan balya tekniği kullanılarak uygulanan ve alanı 8x5.6 m olan yapının mütamadi temeli, 60 cm si toprak altında olmak üzere 110 cm yüksekliğinde ve 45 cm genişliğinde doğal taş duvardır. Temelde yapılacak en küçük ölçü hatası ileriki aşamalarda yapıya yansıtacağından, temel kazımından önce köşe kazıkları belirlenmiş ve hassaslık için bu kazıklardan köşegenler alınmıştır.



Temel Yapım Aşamaları

Doğal taş temel yöresel yöntemle, toprak harç kullanılarak örülmüştür. Bu temel duvarı üzerine 12 cm yüksekliğinde betonarme baza uygulanmıştır. Bunun için bazanın ahşap kalıbı içine 30 cm aralıklarla etriyeler döşenmiş ve bu etriyelere 80 cm aralıklarla düşeyde metal çubuklar bağlanarak üst yapının (ahşap yastık ve dikmeler) bağlantısı sağlanmıştır. Beton baza da su gideri ve elektrik tesisatı için borular yardımıyla boşluklar bırakılmıştır. Daha sonra inşaat alanında hazırlanan beton karışımı, baza kalıbı içine akıtılmıştır.

Beton baza üzerinde serilen naylon örtü nem yalıtımı, kümes teli ise çeşitli fare ve böcek türlerine karşı saman balyalarını koruma ve balyaları düzgün tutma amaçlıdır. 10 cm lik iki sıra yastık arasına ısı yalıtımı amaçlı camyünü doldurulmuştur.

Yığma olmayan yapının tüm yükü her bir dikmenin olduğu yerde odaklanmaktadır. Betonarme bir baza ile sağlamlaştırdığımız temel, bu aşırı yüklenme noktalarının arasında yapıyı tek bir ünite olarak çalıştırmayı başarır.

İskeletin Kurulması: Sadece üzerindeki çatı yükünü taşıyabilen değil, deprem veya rüzgar yüküne dayanabilen bir iskelet sisteme gerek vardır. Sağlam yapılanmış bir karkas sistemle çok katlı yapılanma da olanaklıdır.

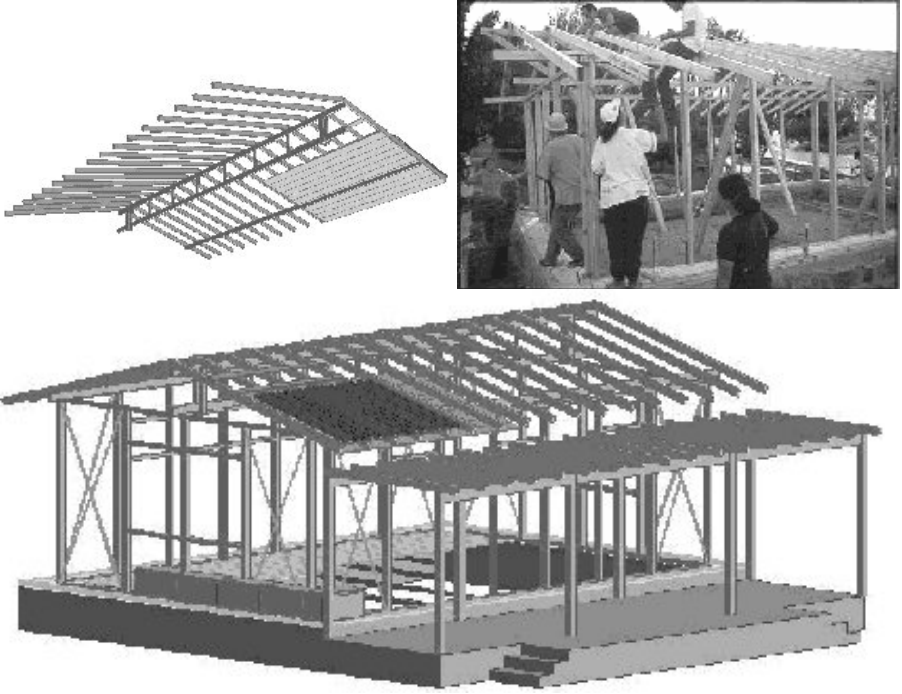
İskelet sistem çok farklı malzemelerle kurulabilir: bambu çubuklar, ahşap dikmeler, beton kirişler ile bağlanan beton kolonlar, lamine kirişler tarafından bağlanmış çelik kolonlar, ince kagir duvarlar veya paneller. Yapılan uygulamada ahşap karkas sistem kullanılmıştır. Temel üzerinde içte ve dışta olmak üzere iki sıra ahşap yastık (5x10 cm'lik) yerleştirilmiştir. Bunların görevi temel ile dikmeler arasındaki bağlantıyı sağlamaktır.



Projede 5x10x250 cm'lik ahşap dikmeler kapı ve pencere açıklıkları göz önünde bulundurularak, yaklaşık 80 cm aralıklarla temele sabitlenmiş ahşap yastıklar üzerinde konumlandırılmıştır. Köşelerde yer alan dikmeler düşey yükü daha iyi alabilmesi, deprem ve rüzgara karşı daha dayanımlı olabilmesi için metal gergi sistemi ile diyagonal olarak birbirine bağlanarak güçlendirilmiştir. Diyagonaller iki kat bükülmüş çelik teldir. Bu diyagonallerin görevi çatı konstrüksiyonunu temele bağlamaktır. Dikmeler, en üst uçlarında yatayda giden ve tüm yapıyı çevreleyen ahşap kiriş ile birbirlerine bağlanmışlardır.

Çatı: Yapılan uygulamada karkas sistem üzerine beşik çatı inşa edilmiştir. Yapının uzun kenarları yönünde ve tam ortasında olmak üzere 100 cm yüksekliğinde ahşap makas inşaat alanında yerde hazırlanmış, ahşap dikmeler üzerinde kaydırılarak yerine yerleştirilmiştir. Bina duvarları boyunca devam eden 10x10 cm'lik ahşap aşıklar ve makas üzerine 50 cm aralıklarla 5x10 cm'lik ahşap mertekler yerleştirilmiş, çatı elemanları birbirine ve karkas sisteme sıkıca bağlanmıştır.

Çatı arası için gerekebilecek kablo ve su tesisatı giderleri düşünülmüştür. Çatı strüktürü üzerine serilen naylon örtü, buhar kesicisi ve ısı yalıtımı amacıyla



kullanılan taş yünü izolasyon malzemesinin tozlarının dökülmesini engellemek amacıyla kullanılmıştır. Taş yününün üzerine su yalıtımı için katranlı kağıt serilmiş ve kiremit altı tahtalarının üzerine de oluklu galvanize saç çatı örtüsü çakılmıştır. Bu uygulamada ekonomik olanaksızlıklar nedeniyle kullanılan taş yünü yerine, yöresel ve sağlıklı bir malzeme olan doğal kuzu yününün kullanılması tercih edilmelidir.

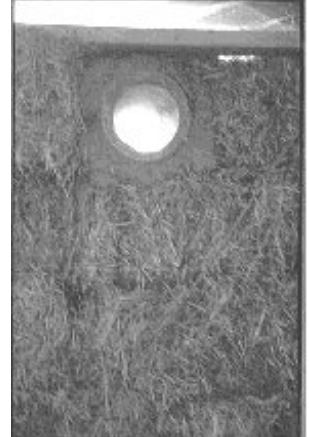
Hasandede’ de inşa edilen prototip için bulunduğu iklim bölgesi düşünülerek: kış aylarında karı üzerinden en kolay atan, sağlam, hafif (deprem açısından da avantajlı), yanmaya dayanıklı, su geçirmez ve maliyeti düşük bir malzeme olan metal çatı kaplamalarından galvanize saç tercih edilmiştir. Oluklu galvanize saç, suyu, yapıya zarar vermeden akıtacak özelliindedir. Geniş saçaklar duvar yüzeyini sudan koruma amaçlıdır. Ayrıca, saçak uçlarında yağmur suyu toplayıcı oluklarda bulunmalıdır. Bu yolla hem saman balyası duvar nemden daha iyi korunacak, hem de toplanan yağmur suyu yeniden kullanılabilir.

Pencere ve Kapılar: Yığma sistemin tersine hiç bir pencere ve kapı kasası çatı sisteminin yükünü taşımak zorunda olmadığından ve tüm yük karkas sisteme oturduğu için, istenilen sayıda ve büyüklükte açıklık yapma şansı vardır. Güneş enerjisinden mümkün olduğunca yararlanabilmek ve pasif güneş enerjisi kullanımını artırmak için büyük açıklıklar güneyde tasarlanmış ve güney kapıları camlı düşünülmüştür. Ahşap kapı ve pencere kasaları yerel ustalara yaptırılmıştır. Binanın



güney yüzeylerinde pasif iklimlendirme amaçlı büyük açıklıklar yer alırken kuzeyde yalnızca havalandırma ve aydınlatma amaçlı küçük pencereler tasarlanmıştır. Gece yalıtımı için perde ve panjurlar kullanılmalıdır.

Balyaların Eklenmesi: Karkas sistem hazır olduktan sonra balya duvarın yükseltilmesi, işin en eğlenceli ve hızlı kısmıdır. Saman balyaları her türlü şekil ve boyutlarda olabilir. Bazı balyalar iki veya üç bağlamalı, kübik veya dairesel biçimlerde. Orta boy, kübik ve üç bağlamalı olanlar yapım için tercih edilenlerdir. Üç bağlamalı olanlar, yapısal olarak daha dayanıklı, daha iyi R-değerine sahiptir ve sıkıca paketlenmiştir. İdeal balya boyutu, boyu genişliğinin iki katı olmalıdır. Ülkemizde kullanılan boyutlar 35x45x120 cm'dir ki bu, Avrupa standardı balya makinesinin paketlediği boyuttur. 120 cm'lik uzunluk istenildiğinde kısaltılabilmektedir. Basitlik ve bunun getirdiği hız inşa yapım sürecinde önemli bir kriter olduğundan, tasarım tam ve yarım balyalarla planlanmıştır. Projede kullanılan iki bağlamalı saman balyaları, 35x45x80 cm ve 35x45x40 cm boyutlarında olup, ahşap konstrüksiyonun dışına yerleştirilmiştir. Prototip yapı projelendirilirken, kapı ve pencere boşlukları, saman balyası boyutlarına göre tasarlanmış ve inşası sırasında bu ölçülere uygun boşluklar bırakılmıştır. Böylelikle işçilik en aza indirgenmiştir.



Balyaların istenilen büyüklükten uzun olmasındansa kısa olması, çıkabilecek boşlukları gevşek saman ile doldurabilmek için tercih edilmiştir. Balyalar öncelikle köşelere ve kapı-pencere kasalarının her iki tarafına dizilerek yükseltilmiştir. Tam olarak yerine oturmasını sağlamak için balyanın dikmeye gelen kısımları çentiklenmiştir. Çatı üçgenlerinde ortaya çıkan boşluklar da saman ekleme yoluyla doldurulmuştur. Yapının soba ile ısıtılacağı düşünülerek, balya duvarın içersinde yangına karşı yalıtımlı baca detayı (künk boru kullanılarak) uygulanmıştır. Boşlukları doldurmak amacıyla kullanılan gevşek saman parçalarının yangına karşı yalıtılması gerekmektedir.

Balya duvarın yüzeyi, alt ve üst bitişleri nemden kolaylıkla etkilenebilir. Üstten korunmuş fakat kaplanmamış bir duvar sürekli ıslanma tehdidi altındadır. Sadece saman değil ahşap karkas yapım sistemi benzer bir şekilde çürümeye maruz kalacaktır. Aynı saman uzun süre ıslak kaldığı zaman, işe yaramaz hale gelecektir. Balya duvar içersindeki nem sürekli olarak duvarın aşağı kısımlarına doğru inmeye meyilli olduğundan, alt kısımlarda kılcal havalandırma boşlukları (çakıl taşları gibi) bırakmak su geçirmez membran kullanmaktan daha etkili olabilir [4].

Projede en alt sıra saman balyalarının ve dikmelerin etrafına yerleştirilen nem izolasyonu ve kümes telleri saman balyalarının çatki ile bağlantısını sağlarken sıvanın şekillenmesine de yardımcı olmaktadır. Balyalar ayrıca yatay kuvvetlere dayanımı sağlamak için düşeyde birbirlerine dikilmiştir.

Yüzey Kapama: Saman balya duvar üzerine uygulanabilecek sıva çeşidi oldukça fazladır; bunlar çimento bazlı sıvalar, kireç bazlı sıvalar, alçı bazlı sıvalar ve kil bazlı 'çamur' sıvalardır. Bunların çeşitli özellikleri Tablo 1'de karşılaştırılmalı olarak verilmektedir.



Kil bazlı 'çamur' sıvalar toprağın içerisinde bulunan kil ve kum parçacıklarından oluşur (3-5 birim kum /1 birim kil). Bu sıva özellikle kuru iklimli yörelerde iç ve dışta kullanılabilir. Yapışkan kil esaslı sıva kullanıldığında güçlendirmeye gereksinim duyulmadan balya duvar sıvanabilir. Sıvanın bağlayıcılığı onun su ile herhangi bir kimyasal reaksiyona girmesi değil, düz sıva parçacıklarının kuruma esnasında birbirine yapışmasıdır. Kurumuş kil esaslı sıva su ile temasa geçtiğinde, su kil parçacıkları arasındaki boşluklara geçerek sıvayı yumuşatacak ve aşınmalara neden olacaktır. Yapıların geniş saçaklarla korunmadığı kuru iklimli yörelerde kil esaslı sıvada aşınma önemli bir problemdir. Bunun için sıvaya saman kırıntıları karıştırılır. İyi sonuç sıvanın duvara çarpılarak uygulanması ile elde edilir. Bu vuruşlarla kısa saman parçacıkları sıva içerisinde yatay bir şekilde konumlanarak (minyatür barajlar gibi rol alarak) suyun duvardan inmesinin önüne geçerler.

Hasandede'de yapılan uygulamada yakın çevreden alınan killi toprak ile su ve saman karıştırılarak sıva hazırlanmıştır. Bu sıvanın uygulanmasıyla saman balyaları, onun iki büyük düşmanı olan ateş ve nemden korunmuştur. İç yüzeyde daha fazla aydınlık sağlamak ve böceklerden arınmak için çevreci bir malzeme olan kireç badana tercih edilmiştir.

Tablo 1. Farklı Özellikte Sıvaların Karşılaştırılması [4]

SIVALARA GENEL BİR BAKIŞ						
Kriter Özellik Karakteristik	Sıva Tipi	Çimento esası	Kireç esası	Açığı esası Sadece iç kullanım	Kil esası Doğal	Kil esası Asfalt takviyeli
paketlemede düşük enerji gereksinimi						
kimyaca dost paketleme (yakıcı olmayan)						
kolay paketlenbilme ve bağlanabilme						
uygulanabilme (iyi yapışma ve bağlanma)						
kalkı içermeksizli samanlı balya yüzeydeki bağları						
suya dayanım						
hızlı sertleşme						
nihai sertlik						
nefes alabilme						
düşük bakım oranım						
nem tedavisi gerektirmeme						
ortama alıştırma						

= en iyi

= en kötü

İç ve dış yüzey sıvanarak kapatılmadan önce asılabilecek büyük objeler için strüktürün üzerine ahşap takozlar yerleştirilmiştir. Hafif objelerin taşınması için küçük çiviler veya kazıklar sıvanmış yüzeyler üzerine çakılabilir. Yangın güvenliği açısından elektrik kablolarının sıva arasına saklanması ya da iletken olmayan boru kullanılması gerekir.

4. ÖNERİLER

Buğday, yulaf, çavdar, arpa, pirinç balyalarının hemen hepsi yapı inşa etmek için kullanılabilir. İyi balya olgun, parlak renkli, kuru saman hasatından oluşandır. Samanların kalın, tok ve uzun gövdeli ve balyaların kuru olmasına dikkat edilmelidir. Kuru bir balyanın, elle kaldırıldığında hafif olduğu ve içine dokunulduğunda rutubet barındırmadığı hissedilir. Balyanın nem içeriği %15'den daha az olmalıdır. Bir gövde örneği eğilip, gerilerek narinlik ve dayanıklılık açısından test edilebilir. İyi preslenerek ve dayanıklı bir malzeme ile sıkıca bağlanarak balyalanmış samanlar bağlarından tutularak kaldırıldığında çok az deforme olur. Plastik veya metal bağlar saman ile bağ arasına iki-üç parmak kalınlığından fazlası girmeyecek kadar sıkı olmalıdır.

Saman sert iken temel üç düşmanı vardır:

Çürüme: % 20 si ıslanmış balyalar, uzun süre bu duruma maruz kaldıklarında, enzim faaliyeti sonucu çürürler. Bu değer altında mantar oluşmaz, saman kırılmaz ve çürümez [1]. Aralıklı olarak kendini gösteren ıslaklıklar samanı tehdit etmez. Şiddetli yağmurlardan sonra gelen kuru rüzgarlı günler saman balya duvarın kuruması için uygun fırsatı yaratır. Bu tür durumlarda duvar yüzeyinde küflenmelerle karşılaşmak ihtimali azdır. Burada önemli olan duvarın içine aldığı nemi, dışarı verdiğinden emin olmaktır. Yüzeyi içeriden sıkıca saran ve nem çıkışını engelleyici bir bariyer vazifesi gören duvar kağıtlarının kullanılmaması gerekir.

Ateş: Saman balyaları yeterli miktarda hava tutabilme kapasitesine sahiptirler, fakat çok iyi sıkıştırıldıklarından tutuşmaya sebep olabilecek havaya izin vermezler. Sıkıca paketlenmiş balyalar ateşe dayanımlı olmalarına rağmen, kuru ve gevşek olanlar rüzgarlı havalarda çabuk alev alabilirler. Bu nedenle yanmaya en az müsait duvar fazla kabarık ve gevşek balyalardan örülenlerdir. Bu tehlike, gevşek samanın yapıdan temizlenerek ayrı bir yerde depolanması ile yok edilebilir [4]. Kanada Ulusal Araştırma Merkezi, sıvanmış balya duvarı yangın güvenilirliği açısından test ederek, geleneksel malzemelere kıyasla daha iyi bir performans gösterdiğini kanıtlamıştır. Sıvanmış bir yüzey, üzerinde hiç bir çatlak olmadan iki saat kadar bir zaman, 1110°C luk bir sıcaklığa dayanabilmiştir [1]. SBCA labratuarının 1990'lı yıllarda yaptığı bir araştırma, sıvanmış bir saman balya duvarın en az aynı şekilde korunmuş bir ahşap karkas yapı kadar ateşe dayanımlı olduğunu göstermiştir. Fakat ahşap ve diğer selüloz malzemeler gibi, kaplanmamış saman yüzeyi de tutuşma nedeni olabilecektir [4].

Zararlı Böcekler: Kemirgenler, kuşlar, ve bazı böcekler samanı yaşamak için uygun bir yer olarak seçebilirler. Saman balya yüzeyler tamamıyla sıvandıktan sonra bu tehlike ortadan kalkacaktır. Ayrıca samanın yetiştirme sürecinde kullanılan böcek zehiri gibi maddeler daha sonraları samanın içersinde birmiktar da olsa kalarak zararlı böceklerin yapıya yaklaşmalarının önüne geçecektir.

Saman balyaları ile çevrelenerek inşa edilmiş bir yapı, adeta havası alınmış içinde sıcak ve soğuğu başarılı bir şekilde barındırabilen termosaya benzer. Saman-balya termosun iyi çalışması için; duvarlar ve zemin döşemesi üst döşemeye kadar kesintisiz olarak yalıtılmalıdır. Yapıyı saran balya aralarında ısıyı kaçıran açıklıklar olmamalıdır. Ayrıca su ve buhar yalıtımlarının kuru tutulması gerekir. Islanan yalıtım malzemesi görevini yapamayacaktır (ıslak kalan samanda çürüyebilir). Yalıtımın iyi bir çatı örtüsü ve duvar kaplaması ile korunması gerekir. Özellikle soğuk iklimli yörelerde yapının duvar, döşeme ve tavan yalıtımına temas edebilecek mütemedi su yollarının dışarıdan kontrol altına alınması gerekir. Bütün bunların yanısıra özellikle çatı arasında, cam kenarlarında, ve temel çevresinde saman yalıtımının içine işleyebilecek bazı nem hareketlerinin dağıtılabilmesi için yeterli hava akımının sağlanması gerekmektedir.

En fazla ısı verimi elde edebilmek için balya yapının çatı veya çatı arasının, temel izolasyonunun, pencere ve kapılarının iyi yalıtılmış olması gerekmektedir. İç-dış arasında uygun havalandırmayı sağlayacak fakat aynı zamanda gereksiz esintinin de önüne geçecek detaylar çözümlenmelidir.

5. DEĞERLENDİRME

Avrupa'da ve Amerika'da 18.yy dan beri kullanılmakta olan saman balyası doğal sağlıklı ve ısı performansını da mükemmel özellikte bir malzemedir. Bugün A.B.D.'de 100 000'den fazla, tüm konfor koşullarını sağlayan, saman balyası konut bulunmaktadır.. Her yıl hasat sonrası tarlada kalarak yakmak ve CO gazı ile havayı kirletmek yerine, samanı yapı malzemesi olarak kullanmak ülke ekonomisine büyük katkı sağlar.

Yapının tüm aşamalarında çevreci yapı malzemelerinin seçilmesine özen gösterilmiştir. Saman balyası ile inşa edilen binalar nefes alır. Bu da yapı biyolojisi ve iç yaşam kalitesi açılarından önemli bir özelliktir. İklimle uyumlu ve enerji randımanı yüksek saman balyası ile inşa edilen yapıların ısı performansını mükemmeldir. Balyaların ısı geçirgenlik dirençleri çok yüksek olduğundan, saman balyası duvarların ayrıca bir yalıtım malzemesine gereksinimi yoktur. Hem ısıtma ve soğutma için gereken yakıtı azalttığı hem de izolasyon malzemesine gereksinim duymadığı için ilk yatırım ve kullanım süreçlerinde ekonomiktir. Örnek yapının inşası sırasında çamur, taş ve ahşap gibi bölgesel malzemeler ve dönüşmüş malzemeler kullanılmış ve böylece maliyet düşürülmüştür. Bir saman yapı inşası kişisel yaratıcılığı destekler, pek çok kişiye kendi yaşayacakları mekanı üretme sürecine katılma imkanı sağlar.

Saman balyası bir barınmanın maliyeti; yöreye, iklimle ve inşa edilecek yerin özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle düşüktür. Malzemenin elde edilmesinde, işlenmesinde ve inşa alanına iletilmesinde harcanacak enerji ve yapım sürecinde kullanılacak diğer kaynaklar, toplam maliyetin hesaplanmasında göz



önünde bulundurulmalıdır. Saman ile bir yapı inşa etmek beton, tuğla, kerpiç, veya taş kullanarak yapı inşa etmekten daha az iş gücü ve çok daha az ustalık gerektirir. Malzemenin, düşük fiyata bulunabilir, kolay ve kısa sürede herkes tarafından uygulanabilir olması, maliyeti düşüren diğer etkenlerdir. Özellikle kırsal kesimde ve afet sonrasında tercih edilmelidir. Örnek yapıda, yığma sistem yerine ahşap çatki-iskelet sistemin seçilmesinin temel nedeni deprem dayanıklılığının artırılmasıdır. Ek önlemler ile sismik direnç daha fazla artırılabilir.



Sadece yapım sürecinde değil kullanım sürecinde de yapının düşük bakım ve koruma masrafı ile uzun süre ayakta kalması temel prensiptir. Uygun drenaj şartlarının sağlanmış olması yapının uzun süre ayakta kalması için önemlidir. Şayet zeminin çevresinin kuru kalması başarılırsa bir saman yapı yüzyıllarca ayakta kalabilir. Çatı örtüsü yapıyı uzun süre korumak için önemlidir.

Yukarıda sıralanan yönleri ile saman balyası hem aile hem de ülke ekonomileri ve sürdürülebilirlik için özellikle kırsal alanda ve banliyölerde uygulanması son derece de akılcı bir yapım tekniğidir. Yapımında kullanılan doğal ve atık malzemeler, düşük maliyet ve yüksek ısı yalıtımı özelliği ile Kırıkkale Hasandede' de inşa edilen Türkiye'nin ilk saman balyası yapısının ekoloji eğitim merkezi olarak işlevlendirilmesi düşünülmektedir. Bundan sonraki aşamada ısı testleri yapılacaktır.

KAYNAKLAR

1. U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, April, House of Straw-Straw Bale Construction Comes of Age, DOE/G010094-01, 1995.
2. Bryce, R. April 27, **Casting a Straw Vote: The First Straw**, The Austin Chronicle, Green Building Guide, 1994.

3. Grandsaert, M.F., **A Compression Test of Plastered Straw-Bale Walls**, Test Raporu Haziran, 1999.
4. Myhrman, M-MacDonald, S.O., **Build it with Bales: A Step-by-Step Guide to Straw Bale Construction**, Version Two, Out on Bale, Tuscon, AZ, 1997.
5. MacDonald, S.O. **A Visual Primer to Straw-Bale Construction**, Builders Without Borders, New Mexico, www.builderswithoutborders.org, 1999.
6. Stitt, Fred A., **Ecological Design Handbook: Sustainable Strategies for Architecture**, Interior design, and planning, McGraw-Hill New York, 1999.
7. Ramirez, J.C. **Cyclic In-Plane Test of Plastered Straw-Bale Walls**, basılmamış master tezi, Washington Üniversitesi, 1999.