



**YEŞİL EV KONSEPTİNDE BİR AHŞAP MOBİL EV PROTOTİPİ
TASARIMI VE GELİŞTİRME ARAŞTIRMASI**

Ümit DENİZYOL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ümit DENİZYOL

25/07/2024

YEŞİL EV KONSEPTİNDE BİR AHŞAP MOBİL EV PROTOTİPİ TASARIMI VE GELİŞTİRME ARAŞTIRMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Ümit DENİZYOL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2024

ÖZET

İnsan yaşamının en önemli temel ihtiyaçlarından biri olan barınma, konut kavram ve varlığını ortaya koymuştur. Eski çağlarda barınaklar ile sağlanan ‘Kendine ait bir mekân yaratma düşüncesi’ kullanıcıların yaşadıkları dönemin teknik ve toplumsal kültürüne bağlı olarak, günümüzde çeşitli konut çeşitlerine evrilmiştir. Değişen dünya koşulları, ekonomik sorunlar, salgın hastalıklar, daha bireysel yaşama isteğini öne çıkarmıştır. Hal böyle olunca insanlar daha alternatif konaklama fikirleri arayışına girmiştir. Bu girişimler sonrasında ahşap mobil ev kavramı önem kazanmıştır. Bu maksatla tasarım, konstrüksiyon detayları ve genel şekli tarafımızdan tasarlanarak geliştirilen “yeşil ev konsepti kapsamındaki mobil ahşap ev prototipi” çekirdek bir ailenin hemen hemen tüm ihtiyaçlarına cevap verebilecek biçimde imal edilmiştir. Bu araştırmada, hareket aksamları ve şasesi hariç diğer tüm taşıyıcı sistemleri ve tüm duvar elemanlarının tamamı sarıçam ve huş ağacından elde edilmiş üç katmanlı 18 mm kalınlığındaki kontrplak malzemelerden tasarlanmış, projelendirilmiş ve prototipi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen ahşap mobil ev içinde ve dışında (nem, sıcaklık, gürültü) ISO 1771 ve TS EN ISO 9612 standardına uygun olacak şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ahşap duvarların sıcaklık, nem ve gürültü izolasyonu sağladığı saptanmıştır. Mobil ev taşıyıcı sisteminde uygulanan zıvanalı birleştirme tekniğinin kuvvet taşıma analizinde toplam çatı düzleminin 5907,74 kg kapasitede kar yükü vb. harici yükleri taşıyabileceği teorik hesap yöntemiyle belirlenmiştir. “Ahşap Mobil Ev” olarak isimlendirilen yapının yeşil ev konsepti ilke ve esaslarına göre uygun olduğu saptanmıştır. Planda, taşıyıcı çerçeve sistem ve duvar gibi yapı elemanlarında modüler bir uygulama yapılmıştır. Tamamen ahşap malzemedен tasarlanmış ve geliştirilmiş, kullanıcıya güven veren yeterli sağlamlıkta, üreticiye kolaylık ve düşük maliyet sunan modüler yapıda bir “Ahşap Mobil Ev’in uygulanabilirliği ortaya konmuştur. Ayrıca, çevreci olan ahşap malzemeye güven sağlanmasına çaba sarf edilmiştir.

Bilim Kodu : 120402

Anahtar Kelimeler : Ahşap mobil ev, yeşil ev, sürdürülebilirlik

Sayfa Adedi : 51

Danışman : Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

RESEARCH ON DESIGN AND DEVELOPMENT OF A WOODEN MOBILE HOUSE
PROTOTYPE IN GREEN HOUSE CONCEPT

(M. Sc. Thesis)

Ümit DENİZYOL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2024

ABSTRACT

Housing, one of the most important basic needs of human life, has revealed the concept and existence of housing. The 'idea of creating a place of one's own' provided by shelters in ancient times has evolved into various housing types today, depending on the technical and social culture of the period in which the users live. Changing world conditions, economic problems and epidemics have highlighted the desire to live more individually. As such, people started looking for more alternative accommodation ideas. Following these initiatives, the concept of wooden mobile homes has gained importance. For this purpose, the "mobile wooden house prototype within the scope of the greenhouse concept", whose design, construction details and general shape were designed and developed by us, was produced to meet almost all the needs of a nuclear family. In this research, all carrier systems and all wall elements, except for movement parts and chassis, were designed, designed and prototyped from three-layer 18 mm thick plywood materials obtained from Scots pine and birch. Measurements inside and outside (humidity, temperature, noise) of the developed wooden mobile house were made in accordance with ISO 1771 and TS EN ISO 9612 standards. It has been determined that wooden walls provide heat, moisture and sound insulation. In the force bearing analysis of the tenoned jointing technique applied in the mobile home carrier system, the snow load etc. of the total roof plane with a capacity of 5907.74 kg. It was determined by the theoretical calculation method that it can carry external loads. It was determined that the building called "Wooden Mobile House" complies with the principles and principles of the greenhouse concept. In the plan, a modular application was made in structural elements such as the load-bearing frame system and walls. The feasibility of a "Wooden Mobile House", designed and developed entirely from wooden material, with a modular structure that is durable enough to give confidence to the user and offers convenience and low cost to the manufacturer, has been demonstrated. In addition, studies have been carried out to ensure confidence in environmentally friendly wooden materials.

Science Code : 120402

Key Words : Wooden mobile house, green house, sustainability

Page Number : 51

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK

TEŞEKKÜR

Çalıőmam süresince, yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Mustafa ALTUNOK'a, desteklerini esirgemeyen Arő. Gör. Dr. Ramazan BÜLBÜL'e, Ağaç işleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Teknikerlerine ve beni bu çalışmada yalnız bırakmayan sevgili eőim M.Burcu DENİZYOL'a verdikleri desteklerden dolayı çok teşekkür ederim. Bu çalıőma FYL-2023-8476 Proje kodu ile Bilimsel Araştırma Projesi olarak Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi (BAP) tarafından desteklenmiőtir. Bu bağlamda Gazi Üniversitesi yetkililerine ve çalıőanlarına teőekkürü borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Ahşap Malzeme ve Yeşil Ev Konsepti.....	5
2.2. Ahşap Yapı Konsepti.....	6
2.3. Ahşap Mobil Ev.....	12
3. AHŞAP MOBİL EV PROTOTİPİ TASARIM SÜREÇLERİ.....	15
3.1. Mobil Ahşap Ev Kavramı ve Tanımı	15
3.2. Mobil Ahşap Evde Alan Analizi	19
3.3. Mobil Ahşap Ev Cephe Görünümlerinin ve Yapı Kesitlerinin Tasarımı.....	19
4. PROTOTİP GELİŞTİRME SÜREÇLERİ.....	23
4.1. Meteryal ve Metod	24
4.1.1. Sarıçam.....	25
4.1.2. Yalıtım	25
4.1.3. Strafor köpük.....	25
4.2. Taşıyıcı Düzlem Çerçeve Teorik Analiz ve Konstrüksiyon Uygulaması.....	25
4.3. Duvar Elemanlarının Dış Kabuk (Yalıtım) İmalatı	35
4.4. Çatı Panellerinin İmalatı.....	36

	Sayfa
4.5. Duvar İzolasyon Levhalarının ve Tesisatın Yerleştirilmesi	38
4.6. Duvar Elemanlarının İç Kabuk İmalatı	39
4.7. Pencere Doğramaları ve Kapıların Uygulaması	40
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	51



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Kavela kuvvet taşıma denklem açıklaması	35
Çizelge 4.2. Zıvana kuvvet taşıma denklem açıklaması	36
Çizelge 5.1. Sıcaklık-nem ölçümü ve gürültü-ses ölçüm değerleri.....	45



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Prototip ahşap mobil evde giriş (zemin kat) yerleşim planı Ölçek 1/10.....	16
Şekil 3.2. Prototip ahşap mobil evde üst (asma) kat yerleşim planı Ölçek 1/10.....	18
Şekil 3.3. Prototip ahşap mobil evde sağ cephe görünümü Ölçek 1/10.....	20
Şekil 3.4. Prototip ahşap mobil evde sol cephe görünümü Ölçek 1/10.....	20
Şekil 3.5. Prototip ahşap mobil evde sağ cephe kesit görünümü Ölçek 1/10.....	21
Şekil 3.6. Prototip ahşap mobil evde sol cephe kesit görünümü Ölçek 1/10.....	21
Şekil 3.7. Prototip ahşap mobil evde ön ve arka cephe görünümleri Ölçek 1/10.....	22
Şekil 4.1. Prototip ahşap mobil evde düzlem çerçeve sistemi.....	24
Şekil 4.2. Prototip ahşap mobil evde düzlem çerçeve sistemi.....	26
Şekil 4.3. Prototip ahşap mobil evde zemin döşeme.....	27
Şekil 4.4. Prototip ahşap mobil evde asma kat zemin görünüşü.....	29
Şekil 4.5. Prototip ahşap mobil evde asma kat zemin bağlantı A detayı görünüşü.....	31
Şekil 4.6. Kavela konstrüksiyon detayı.....	31
Şekil 4.7. Zıvana konstrüksiyon detayı.....	32
Şekil 4.8. Prototip ahşap mobil evde dış kabuk (yalı baskı) detay görünümü.....	34
Şekil 4.9. Prototip ahşap mobil evde asma kat bölme detayı.....	35
Şekil 4.10. Prototip ahşap mobil evde çatı yapım aşamaları.....	36
Şekil 4.11. Duvar izolasyon detayının gösterimi.....	37
Şekil 4.12. Birinci modül pencere gösterimi.....	38
Şekil 4.13. İkinci modül pencere gösterimi.....	41
Şekil 4.14. Üçüncü modül pencere gösterimi.....	41
Şekil 4.15. Dördüncü modül pencere gösterimi.....	42

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Ahşap kökenli malzeme çeşitleri.....	7
Resim 2.2. Modern ahşap yapı taşıyıcı sistemleri.....	7
Resim 2.3. Modern ahşap yapı taşıyıcı sistemleri.....	8
Resim 2.4.Mjostarnet taşıyıcı sitem ahşap ev.....	8
Resim 2.5. Geleneksel evlerde kullanılan birleştirme tekniği.....	9
Resim 2.6. Kavelalı birleştirme örneği.....	10
Resim 2.7. Kavelalı birleştirme örneği.....	10
Resim 2.8. Mekanik birleştirme örneği.....	11
Resim 2.9. Mobil ahşap ev örnekleri.....	13
Resim 2.10. Mobil ahşap ev örnekleri.....	14
Resim 2.11. Mobil ahşap ev örnekleri.....	14
Resim 3.1. Ahşap mobil ev prototipinde metal römork – taşıyıcı ahşap düzlem çerçeve bağlantısı.....	17
Resim 4.1.Taşıyıcı römork üzerine ankraj ünitelerinin kaynatılma işlemi.....	30
Resim 4.2. Prototip ahşap mobil evde düzlem çerçeve imalat aşaması.....	31
Resim 4.3. Prototip ahşap mobil evde zemin döşeme görünüşü.....	32
Resim 4.4. Prototip ahşap mobil evde duvar izolasyon imalat detayı.....	42
Resim 4.5. Prototip ahşap mobil evde duvar iç kabuk imalat detayı.....	43

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

C°	Derece
cm²	Santimetre kare
CO₂	Karbondioksit
Db	Desibel
kg	Kilogram
mm	Milimetre
M10	10 cm ebatlarında ölçülendirme
%	Yüzdelerik Değer

Kısaltmalar

Açıklamalar

CLT	Cross laminated timber
OSB	Yönlendirilmiş şerit levha
NDS	Design Specifications of Wood Construction
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

1. GİRİŞ

Ahşabın yapı elemanı olarak kullanılması beton ve çeliğe göre çok daha eskilere dayanır. Ahşabın doğadan kolay bir biçimde elde edilmesi ve yapım aşamasında kolaylıkla uygulanabilmesine rağmen ahşap yapı üretimi hızlı gelişmemiştir (Batur, 2004).

Teknolojik gelişmelere dayalı olarak taş, tuğla ve betonun yapı sistemlerinde kullanılması bu malzemeleri öne çıkarırken, ahşabın kullanımı geri kalmıştır. (Bilici, 2006).

Ahşap yapı sistemlerinin gelişimi ve kullanımı 20. yüzyıl başlarında başlamıştır. Artan ve gittikçe yaygınlaşan sanayileşmenin ortaya çıkardığı ihtiyaçlar ile I. Dünya harbinin hazırlık aşamasında çok değerli bir silah hammaddesi olan çelik, yapı endüstrisinden alınıp bunun yerine silah sanayisine yönlendirilince ahşap malzemenin kullanımını öne çıkartmıştır. Bu süreçte ahşabın özellikleri belirlenmiş, birleşim elemanları, birleşim şekilleri ve ahşabın korunması üzerine çalışmalar yapılarak geliştirilmiştir.

2. Cihan harbi hazırlıkları sırasında, her türlü hava koşullarına dayanıklı yapay reçineler ve bu reçinelerden üretilen yapay reçine tutkalları geliştirilmiştir. Bu gelişme ahşap yapı endüstrisinde önemli bir aşama olarak kaydedilmiştir. Bu tutkallar yardımıyla sektörün ihtiyaç duyacağı her boyutta ahşap yapı elemanı üretilmesi mümkün kılınmıştır (Duman ve Ökten, 1988).

Ağaç malzeme, doğal ve tabiata uygunluğu yüksek, yeniden kullanımı kolay olan, yoğunluğunun düşük olmasına rağmen mukavemet değerleri çok yüksek bir malzemedir. Bu özellikleri ile öne çıkan malzemedir, geçmişte elde edilen yapı elemanlarının herhangi bir koruyucu görmemesine rağmen bugün hala dayanıklılığını koruyabildiği görülmektedir. Ahşaptan geliştirilmiş yapı sistemlerinin dayanıklılığını koruya bilmesi için malzemeyi nemden uzak tutmak ve elemanlarının iyi bir en kesite sahip olması önemlidir. (Bozkurt, 2011).

Dayanıklı ve ucuz yapı sistemleri elde edebilmek için plan ve proje aşamasında ahşabın sağladığı avantajları bilmek önemlidir. İnşaat mühendisliğinde yaygın olarak tercih edilmeye başlanan ahşap yeniden dönüştürülebilir, dönüşüm kolay sağlanabilir, kolay işlenebilir ve kolayca montajlanabilir, düşük özgül ağırlıklı olmasının yanı sıra, dayanıklı

ve ucuz olması sağlık açısından bu malzemeyi yapı endüstrisine çekici kılmaktadır (Nilsson ve Rowell, 2012).

Ahşap, doğal bir malzeme olduğundan karbon ayak izi ve sera gazı emisyonları açısından diğer malzemelere göre daha avantajlıdır.

Ahşap ürünlerin imalatında kullanılan ağaçlar, atmosferden karbondioksit (CO₂) emerler. Ağaçlar büyüdükçe, CO₂'yi emerek oksijen salarlar. Bu nedenle, ormanlar atmosferdeki CO₂ seviyesini düşürmeye yardımcı olur.

Ancak, ahşap ürünlerin imalat sürecinde sera gazı emisyonu meydana gelebilir. Ahşap ürünler için en yaygın imalat yöntemi olan kesme işlemi sırasında enerji kullanımı gereklidir ve bu da sera gazı emisyonuna neden olabilir.

Ancak, ahşabın karbon ayak izi ve sera gazı emisyonları hesaplanırken, ahşap ürünlerin yaşam döngüsü de göz önünde bulundurulmalıdır. Ahşap ürünlerin doğal yapısı, geri dönüştürülebilirliği ve yenilenebilirliği, karbon ayak izini azaltmada çok önemli bir rol oynamaktadır.

Ahşap ürünlerin imalatında kullanılan enerjinin türü de önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak ahşap ürünlerin imalatında kullanılan enerji kaynaklarının karbon ayak izi azaltmaya yardımcı olur.

Değişen dünya koşulları, ekonomik sorunlar, salgın hastalıklar, daha bireysel yaşama isteğini öne çıkarmıştır. Hal böyle olunca insanlar daha alternatif konaklama fikirleri arayışına girmiştir. Bu girişimler sonrasında ahşap mobil ev kavramı önem kazanmıştır. Ahşap mobil ev adından da anlaşılacağı üzere insanların belirli bir alana bağlı kalmadan özgür bir şekilde yaşamlarını ve isteklerini sürdürebilmelerine imkân vermektedir. Ekonomik faydaları kadar sürdürülebilirlik açısından da önemlidir. Zira ahşap tekerlekli evlerde yaşam, temel ihtiyaçlar çerçevesinde şekillenir. Kişilerin tüketebileceklerinden daha fazlasını almaları imkanı, evlerin boyutları nedeniyle otomatikman ortadan kalkar. Düşük karbon ayak izine sahip ahşap mobil ev, aynı zamanda kişilere diledikleri ölçüde doğayla iç içe olabilme ve en önemlisi mobilite avantajı sağlar.

Tüm bu hususlar göz önünde bulundurularak hareket aksamları ve şasesi hariç diğer tüm kısımları yani yaşam hücresini oluşturan taşıyıcı sistemleri ve tüm duvar elemanlarının tamamı ahşaptan tasarlanarak, projelendirilmiş ve prototipi geliştirilmiş bir mobil ev araştırmamızın konusu olmuştur.





2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Ahşap Malzeme ve Yeşil Ev Konsepti

Canlı bir organizma olarak nitelendirdiğimiz ağaçtan elde edilen ahşap, esasında organik bir yapıya ve lifli, anizotrop bir dokuya sahip bir malzeme olarak ifade edilmektedir. Ahşap, kendinin dışındaki malzemelerle mukayese edildiğinde organik olması nedeniyle, insan üzerinde sıcak bir etki bırakmaktadır. Bu nedenle inşaat sektörü içerisinde oldukça tercih edilmesine sebep olmaktadır. (Eriç, 2002).

Ağaç malzeme, yetiştiği iklim koşullarına göre yapısal farklılık göstermektedir. Yetiştirildiği bölgelerdeki yayılımına bakıldığında hayli fazla ağaç türü bulunmaktadır. Buna rağmen yapı elemanı üretiminde kullanılacak türlerin genele göre belirli niteliklere sahip olması istendiğinden, kullanılacak tür sayısı daha azalmaktadır (Eriç ve Lyons, 2004; Bozkurt ve Erdin, 1997).

Yıllık ağaç üretiminin sadece 3'te 1'i yapı elemanı sektöründe değerlendirilirken gerisinin farklı alanlarda kullanıldığı bilinmektedir (Loferski, Salonikovich, Stern ve Kelley, 2000).

İşlem görmüş küçük ahşap parçaların yeni geliştirilmiş tutkallar ile yapıştırılması ile elde edilen endüstriyel (fabrikasyon) ahşap paneller, daha çok ahşap yapı endüstrisinde kullanılmaktadır (Jester,1995; Güller, 2001).

Ağaç malzemenin en belirgin özelliklerinden biri de, ilk kullanımdan sonra yeniden kullanılabilir bir karaktere sahip olmasıdır. Diğer yapı malzemelerinin çoğu yeniden kullanılabilir olma özelliğine sahip değil ya da çok yüksek enerji kullanımı gerektirirken aynı zamanda doğaya yüksek CO₂ salınımı yapar. Ahşabın işlenmesinde ve kullanılmasında yüksek enerjiye ihtiyaç duyulmaması ve CO₂ salımı azdır. Bu alanda Avustralya'da yapılan bir araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; ahşap üretiminde ortaya çıkan karbonun ve süreç içerisinde kullanılan enerjinin diğer yapı malzemelerine kıyasla en düşük miktarlara sahip olduğu tespit edilmiştir (Townsend ve Wagner 2002).

Ahşap malzemenin çevre dostu olması önemli bir avantaj olup yeniden kullanılabilirliğine olan ilgi artmıştır. Bunun yanı sıra sürdürülebilir enerji kaynakları da yaygınlaşarak ahşap

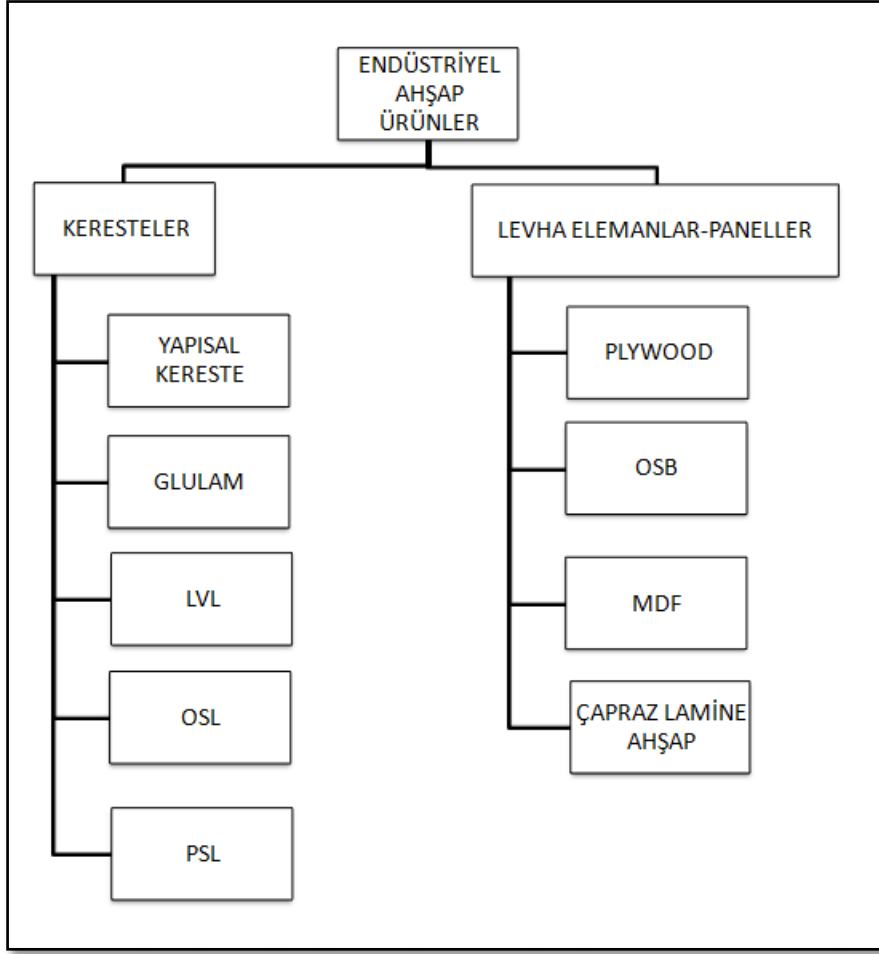
yapı sektöründe kullanımı artmıştır ve böylece yeşil bina kavramı ve konsepti değer kazanmıştır (Uysal, 2011).

Geride kalan son birkaç yılda yeni inşa edilen yapılarda sürdürülebilirlik temelli doğayla uyumlu ve çevreci yapılar inşa edildiği görülmektedir. Bu tip gelişmiş yapılar “yeşil yapı konsepti” olarak anılmaktadır. Yeşil yapı konsepti; içerisinde yaşayan canlıların sağlığını koruyan, çalışanların verimini arttıran, suyu, enerjiyi ve diğer kaynakları daha verimli kullanan, oluşabilecek çevresel olumsuz etkileri en aza indiren yapılardır. Yine bu tip yapılar kullanıcıya sağlıklı konfor sağlarken kendi ihtiyaç duyduğu enerjiyi, ısıyı, ışığı ve suyu doğal yollardan elde eden yapılar olarak ortaya çıkmıştır (Kıncay, 2011).

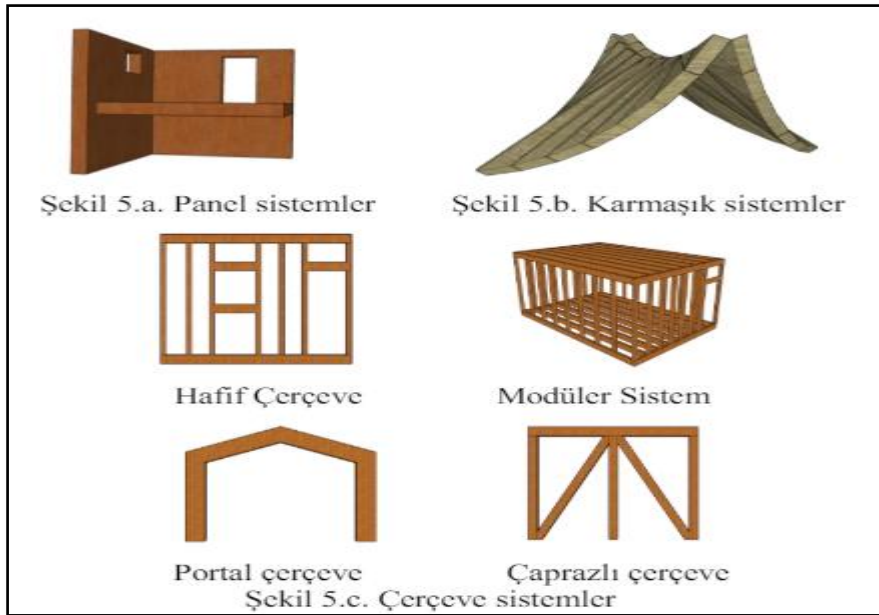
2.2. Ahşap Yapı Konsepti

Ağaç malzemeden elde edilen yapı elemanları, günümüzde çelik ve betonun yerine önemli bir seçenek oluştururken, bunların uygulama alanları köprü, hangar, çoklu konut yapıları , kimyasal depo yapıları gibi yapılar olarak öne çıkmaktadır (Hassanieh, Valipour, Bradford ve Sandhaas, 2017).

Ahşap malzemeden üretilmiş yapı elemanları ve sistemleri ve bunların boyutları dikkate alınarak yapılan sınıflandırma Resim 2.1’de ve bunlardan geliştirilen taşıyıcı sistemler Resim 2.2’de ve Resim 2.3’de verilmiştir.



Resim 2.1. Ahşap kökenli malzeme çeşitleri



Resim 2.2. Modern ahşap yapı taşıyıcı sistemleri



Resim 2.3. Modern ahşap yapı taşıyıcı sistemleri

Ahşap konut yapıları ifadesi duyulduğunda küçük oturma alanları olan, az katlı konut tipi olan yatay yapılar hatırlanır. Ancak teknolojinin gelişmesine dayalı olarak düzlem çerçeve sistemler ve çapraz lamine paneller yukarıdaki tanımları değiştirmiştir.

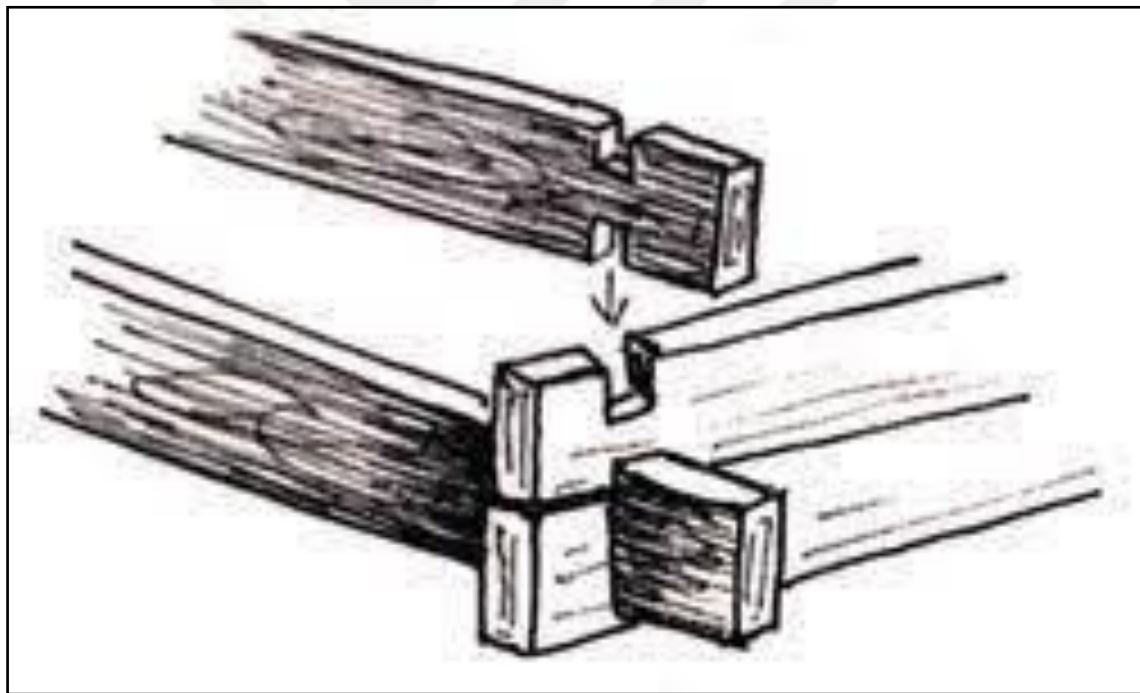
Günümüzde daha çok katlı ve daha büyük hacimli ahşap yapıların yapıldığı görülmektedir (Resim 2.4). Bu yapılarda daha çok fabrikasyon ve mühendislik hesaplamalarına dayanan lamine kiriş, kolanlar ve kontra lamine paneller görülmektedir (Abrahamsen, 2017).



Resim 2.4. Mjostarnet taşıyıcı sistem ahşap ev (URL-1).

Ahşap yapılarda, yapı elemanlarının yeterliliği kadar yapı elemanlarının birleşimi ve birleşim yerlerinin de önemi ortaya çıkmıştır. Ahşap yapı sisteminde birleşimler, tutkal, çelik, ahşap gibi elemanlar ile oluşturulabilir. Birleşim çeşidi seçiminde yükleme durumu, yapı ömrü gibi çeşitli tasarım kriterleri etkin rol oynamaktadır. Çeşitli araştırmacılar, ahşap elemanların birleşim yöntemlerini esas alarak ahşap sistemleri gruplandırmıştır. Buna göre birleşimler; geleneksel, kavela, tutkallama ve mekanik olarak adlandırılabilir (Borgström, 2016).

Geleneksel (alışıla gelmiş) birleşim teknikleri; elemanın yapısal formuna uygun olarak çeşitli işlemler ile birbirilerine bağlanmasından ibaret olup böyle birleşimlerde metalik unsurlarda kullanılabilir (Resim 2.5). Ancak bu birleşim çeşitlerinin kuvvet taşıma kabiliyetleri düşüktür (Borgström, 2016).



Resim 2.5. Geleneksel evlerde kullanılan birleştirme tekniği (URL-2).

Kavelalı birleştirme tekniği, birleşim yerinin sağlamlığını arttırmak amacıyla iki eleman arasına kavela deliği açılarak plastik veya ahşap kavelaların eklendiği birleşim tekniğidir (Resim 2.6). İki eleman arasına ilave edilen parçaya kavela denir. Bu eleman birleşen iki elemana gelen kesme ve çekme kuvvetlerine gelen kuvvetleri artırır. Vidalı ve çivili birleştirme için elemanlarda delik açmak zorunlu değildir. Kavela ve bulonlu (civatalı) birleşimlerde elemanlara delik açmak gerekmektedir (Borgström, 2016).



Resim 2.6. Kavelalı birleştirme örneği (URL-3).

Yapıştırma tekniği, yalnızca yapı birleşimi için değil, yapma (eleman) en kesit elde edilmek için de kullanılabilir (Resim 2.7). Belirli bir uygulama sınırı yoktur, yapıştırma amacıyla genelde tutkal yerine geçebilecek birçok malzeme kullanılabilir (Borgström, 2016).

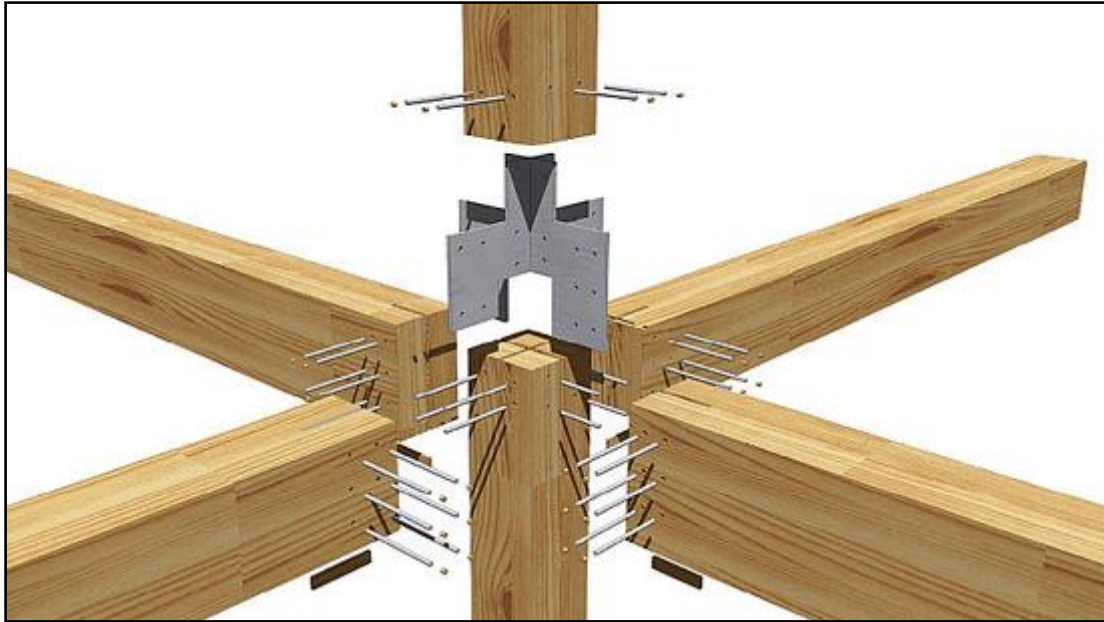


Resim 2.7. En birleştirme örneği (URL-4).

Mekanik birleştirme tekniği, Resim 2.8 de görüldüğü gibi fabrikasyon sökölür takılır

inşaatlarda görülen eleman birleşim detayını kapsamaktadır. Çelik yapılarda rijit, yarı rijit ya da mafsalı birleşim detayları birebir iki ahşap çubuk elemana uygulanabilmektedir (Borgström, 2016).

Günümüzde ahşap yapıların betonarme ve çelik yapılarda olduğu gibi tasarım ve imalatında mühendislik hesap yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu mühendislik hesap yöntemlerine örnek olarak 1979 yılında kabul edilmiş TS-647 de Ahşap Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları mevcuttur. Ancak 2018 de yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) öne çıkmaktadır (Bal ve Bektaş, 2018).



Resim 2.8. Mekanik birleştirme örneği (URL-5).

Dünya genelinde iki popüler yönetmelik bulunmaktadır. Bunlar, Avrupa Komisyonu tarafından düzenlenen Eurocode 5: Design of Timber Structures(EN5) ve Amerika Ahşap Konseyi sorumluluğunda olan Design Specifications of Wood Construction'dur (NDS). TBDY'de ahşap yapıların tasarımı için EN5 referans alınmıştır (American Wood Council's Wood Design Standarts Committee. 2018).

EN5 köprü ve bina olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yapı marketlerinden kolaylıkla temin edilebilecek tüm endüstriyel ahşap ürünleri yönetmelik çerçevesinde değerlendirilmektedir. EN5'te Yük ve Dayanım Katsayıları ile tasarım ilkeleri benimsenmektedir. Bu çerçevede elastik birinci mertbe ve elastik ikinci mertbe analizleri

gerçekleştirilmektedir. Ahşabın doğrusal olmayan davranışı ise yalnızca basınç altında davranış için elastik-kusursuz plastik olarak dikkate alınabilmektedir. Yönetmelikte sınır durum ilkeleri benimsenmektedir (Eurocode 5. European Committee for Standardization. 2004).

Ahşap yapılar, deprem yönetmeliklerinde de yer almaktadır. Ancak, ülkemizde yürürlükte olan TBDY çerçevesinde ahşap yapıların tasarımı çok sınırlıdır. Dayanıma göre tasarım ilkeleri ile ahşap yapı tasarımında yalnızca iki tür yapı sisteminin tasarımı mümkün olup; bunlar, süneklik düzeyi yüksek, çivili veya vidalı OSB veya kontrplak duvar panelleri ve süneklik düzeyi düşük çivi, vida ve bulon ile tutkallı duvar panelleri veya ahşap çaprazlı yapılarıdır. Buna karşın, Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance'da daha fazla yapı sistemi dikkate alınabilmektedir. Yönetmelik çerçevesinde konsol, kiriş, kemer, kafes, yapıştırma duvar panelleri ve diyaframlar, portal çerçeve gibi sistemler dikkate alınabilir. Amerika'da ahşap yapıların depreme karşı tasarımına yönelik ayrıca bir yönetmelik bulunmamakta olup, tasarım ilkeleri ASCE 7-16: Minimum Design Loads for Building and Other Structures'da verilmektedir. Buna göre, ahşap panellerden oluşan perdeler ve ahşap çerçeveler dikkate alınabilmektedir (American Society of Civil Engineers, American National Standard. 2016).

2.3. Ahşap Mobil Ev

Mobil ev, kelime anlamıyla hareketli ev anlamına gelmektedir. Ancak bu ifadenin bir akımı ve özel bir yaşam alanını ifade etmesi 2000'li yılların başına dayanır. Sarah Susanka, 2007 yılında yayınlanan "The Not So Big House" isimli kitabında aslında çok da büyük evlere ihtiyaç duymadığımızın altını çizmektedir. Kitapta bahsedilen daha küçük ve az masraflı yaşam alanı kavramı, 2008 ila 2012 yıllarında gerçekleşen ekonomik krizin de etkisiyle insanların daha çok ilgisini çekmeye başlamıştır.

Amerika'da her geçen gün yaygınlaşan ve düşük maliyet başta olmak üzere pek çok farklı detay ve özelliğiyle insanların ilgisini çekmeyi başaran mobil ev akımı, ilerleyen yıllarda ülkemizde dâhil olmak üzere pek çok ülkede gözle görülür şekilde artmıştır. Son yıllarda artan ve hayatın her alanında sadeleşmeye gitme düşüncesini savunan minimalizm düşüncesinin desteklediği olgulardan biri mobil ev akımı olmuş, böylelikle akımın yaygınlaşması kolaylaşmıştır.

Küçük bir alanda kurulabilecek mini evler, enerji tasarrufu yapmak için de idealdir. Kolayca ısınan ya da soğutulabilen, bu noktada da doğa dostu özellikler kazanan küçük evler, minimalist ve sade bir yaşamı da beraberinde getirmektedir.

Mobil evler birçok malzemeden tasarlanabildiği gibi, mobiliteye kolaylık kazandırması açısından ahşap malzemeden tasarlanıp yapılması daha büyük avantajlar sunmaktadır (Resim 2.9).



Resim 2.9. Mobil ahşap ev örnekleri (URL-6).

Tek ya da iki katlı olarak tasarlanabilen mobil evlerde, veranda alanları da yer alabilir (Resim 2.10). İmarlı, imarsız arsalarda ya da bahçenizde konumlandırabileceğiniz bu evler ihtiyaca bağlı olarak tüm yıl boyunca ya da dönemsel olarak da kullanılabilir. Kişilerin ihtiyaçlarına, beklentilerine ve zevklerine göre özel olarak tasarlanan mobil evler pratik ve akıllı çözümler sunması oldukça önemlidir. Özellikle çok amaçlı alanlar ve depolama çözümleri ile küçük alanlar çok daha verimli hale getirilebilir (Resim 2.11).



Resim 2.10. Mobil ahşap ev örnekleri (URL-7).



Resim 2.11. Mobil ahşap ev örnekleri (URL-8).

3. AHŞAP MOBİL EV PROTOTİPİ TASARIM SÜREÇLERİ

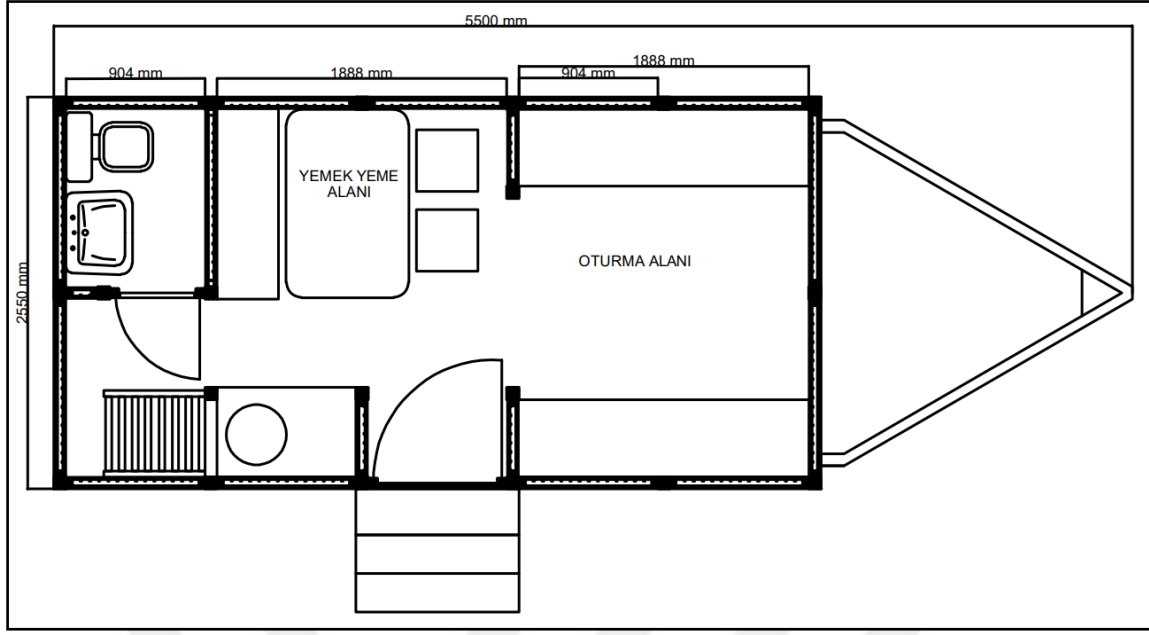
Bu çalışmada, sektörde var olan mobil evlerin taşıyıcı düzlem çerçevesinin sac malzeme ve türevlerinden oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada var olan mobil evlere alternatif bir mobil ev tasarımı ve prototipi geliştirilmesi amaçlanmıştır.

3.1. Mobil Ahşap Ev Kavramı ve Tanımı

Minimalist yaşam felsefesiyle birlikte ortaya çıkan tekerlekli ahşap yürüyen ev, belirli bir alana sahip ahşap malzemeden üretilen evlerin mobil yani taşınabilir halidir. Ahşap yürüyen ev, günümüzde dünya genelinde yaygınlaşmaya başlamıştır. Tekerlekli ahşap evlerin yaygınlaşmasında, şehir hayatının stresi ve insanları yorucu özelliği büyük rol oynamaktadır. 20.yüzyılda, doğadan büyük ölçüde kopan insanlar, daha fazla doğayla ayrı kalamadılar ve tekrar doğaya dönüşlerin başladığı görülmektedir. Hem şehrin konforundan ödün vermeden hem de doğayla iç içe olmanın yollarını bulmaya çalışmışlardır. Tekerlekli yürüyen ahşap evler bu gerekçeye bağlı olarak giderek yaygınlaşmıştır.

Ahşap mobil evler çevre dostu malzemeler ve enerji verimli sistemler kullanılarak inşa edilmektedir. Bu, sürdürülebilir bir yaşam tarzını desteklemekte ve çevresel etkiyi en aza indirir. Geleneksel evlere kıyasla daha düşük maliyetli bir yaşam tarzını sunmaktadırlar. Bu küçük ve hareketli evler, inşaat maliyetlerinden enerji tüketimine kadar bir dizi alanda tasarruf sağlar. Bu da sahiplerine finansal özgürlük ve daha az borç yükü getirebilir.

Bu tez kapsamında araştırma konusu olan prototip ahşap mobil evin giriş katında insanın gündelik yaşam kriterleri ve istekleri göz önün de bulundurarak giriş de ki sağ kısma oturma ve gündelik dinlenme eylemlerinin gerçekleştirileceği oturma alanı tasarlanmıştır. Bu alanın üç duvarına gün ışığından maksimum seviyede yararlanabilmeyi sağlamak için yapı elemanı olan pencereler kullanılarak gün ışığından olabildiğince yararlanılması düşünülmüştür. Yine insanın modern bir evden beklediği konforu ve depolama alanları da göz önün de bulundurarak oturma elemanlarının alt kısımları depolama yapabilecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Prototip ahşap mobil ev giriş (zemin kat) yerleşim planı Ölçek 1/10

Tekerlekli evler, piyasada genel olarak 10 metrekare ile 30 metrekare arasında değişen alana sahip iskeleti genellikle çelik konstrüksiyondan oluşmuş evler olarak uygulanmaktadır. Genel olarak aşağıdaki özelliklere sahiptirler:

- ❖ Taşıma kapasitesi 3.500-4.000 kg olarak üretilmektedir.
- ❖ Plakaya ve ruhsata sahiplerdir.
- ❖ 2,55 metre x 7 metre ebatlarındadır. Satın alan kişinin isteği üzerine özel olarak yapılabilirler.
- ❖ Uyku alanı, yaşam alanı, mutfak, banyo gibi alanlara sahiptir.
- ❖ Tekerlekli ev, römorka bağlanabilecek şekilde tasarlanmaktadır.
- ❖ Tüm alanın verimli olarak kullanılabilmesi için tasarlanmışlardır. Mesela gizli bölmeler, raflar ve katlanabilir aparatlar bu tür evlerde bol miktarda kullanılırlar.

Bu araştırmada ahşap tekerlekli ev 255x500 cm² alana sahip metal römork üzerine ahşap taşıyıcı düzlem çerçeveler, 8x8x20 cm uzunluğundaki ankraj profillere doğrudan bağlanarak tasarım ve imalatı gerçekleştirilmiştir (Resim 3.1). Bu noktada ahşap malzemenin yoğunluğunun düşük ve buna bağlı olarak ağırlığının metal profillerden daha hafif olacağı düşüncesinden hareket edilmiştir ve ahşap mobil evin kullanım süresince rutubete bağlı olarak metal profillerin korozyona uğrayacağı, ahşap taşıyıcı çerçevelerde böyle bir sorunun ortaya çıkmayacağı dikkate alınmıştır.



Resim 3.1. Ahşap mobil ev prototipinde metal römork – taşıyıcı ahşap düzlem çerçeve bağlantısı

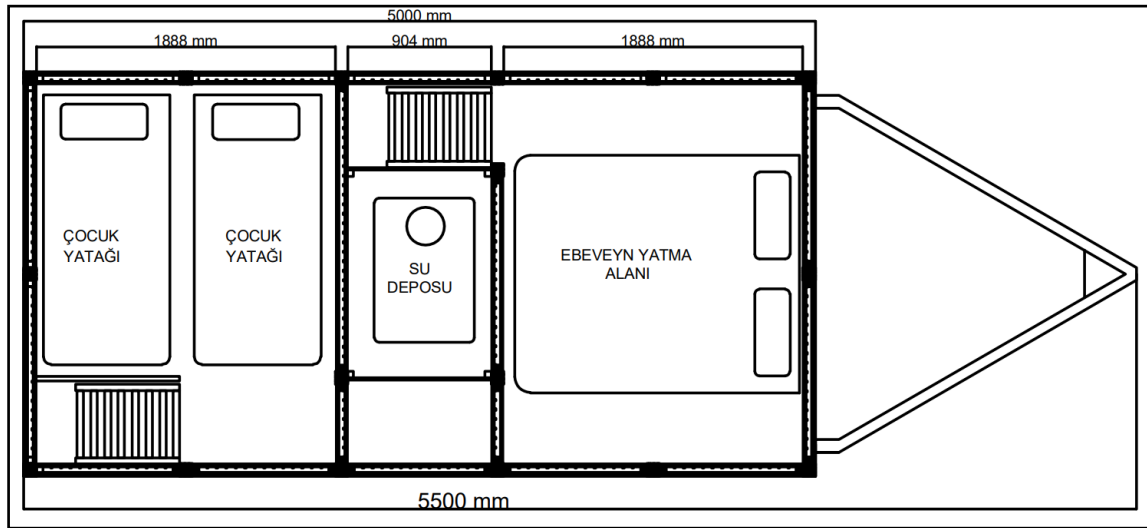
Şehir hayatı, bireylere aslında istenmeyen birçok şeyi yapmaya zorlarsa da herkes kendi içinde özgürlüğe sahiptir. Doğa bireye istenilen özgürlüğü vermektedir. Ancak, şehir hayatının konforundan birçok kişi kolay kolay vazgeçemez. Yürüyen ev ise bireye şehir hayatının konforunu sağlamasının yanı sıra, doğanın dinlendirici gücünü de sağlamaktadır. İnsanoğlu doğası gereği farklı yerleri görmek ve değişik mekanlarda bulunmak ister. Yaşanılan mekanın enerjisi bireyi olumlu ya da olumsuz olarak etkiler. Aynı şekilde bireyde enerjisini yaşanılan mekana aktarır. Sürekli olarak kalabalık şehir ortamında yaşayan bireyler, mekanlara negatif enerji aktarır. Negatif enerji ise hem bireyin vücuduna hem de yaşadığı mekana zarar verir. Negatif enerjiden arınmanın en iyi yolu da mekan değiştirmek ve farklı mekanların pozitif enerjisinden faydalanmaktır. İşte tekerlekli ahşap yürüyen ev bireye bu imkanı sağlar. Doğadaki pozitif enerjiyi sonuna kadar alabilme fırsatı sunmaktadır.

Proje kapsamında tasarlanmış ahşap mobil ev konseptinde özgün yaklaşım olarak,

- ❖ Mekan planı oluşturmada M10 (10 cm) ölçü modülü ve katları esas alınmıştır. M10 modülü, insan vücudu ve kısımlarının pozisyonundan üretilmiş en küçük modül ölçü olarak ifade edilmektedir (Neufert).
- ❖ Ahşap Mobil Ev konsepti tasarımının; taşıyıcı düzlem çerçeveler, duvar panelleri, kapı ve pencere açıklıkları gibi bileşenlerde tek modül uygulanmış, böylece endüstriyel üretime uygunluk ve verimlilik sağlanmıştır.
- ❖ Gün ışığından maksimum yararlanmak, dış ortam ve çevre manzarası ile iç mekanı iç içe buluşturmak için yeterince pencere açıklıkları kurgulanmıştır.

Tasarım ve prototipini geliştirdiğimiz üründe giriş katında insanın önemli ihtiyaçlarından biri olan yeme ve içme eylemlerini karşılayabileceği bir alan oluşturulmuştur. Bu alan da pişirme ve servis hazırlığının yapılabileceği bir mutfak tezgâhı düşünülmüş ve uygulanmıştır. Yeme içme eylemlerinin gerçekleştirileceği masa ve sandalye donatı elemanları ile donatılmıştır. İnsanın temizlenme ve boşaltım ihtiyaçlarını karşılayabileceği banyo ve wc kısmı da mobil evimizin giriş katının sol köşesine eklenmiştir (Şekil 3.1).

Mobil evin üst katın da ise ebeveyn ve çocukların gece ve gündüz yatıp dinlenebilecekleri yatak odaları tasarlanıp gerçekleştirilmiştir. Bu kata çocuklar ile ebeveyn yatma eylemlerini gerçekleştireceği yatma alanları, mobil evin su ihtiyacını karşılamak için suyun depo edilmesi ve iki yatma alanındaki ilişkiyi kesmek için bu iki alanın arasına su deposu konumlandırılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Prototip ahşap mobil ev üst (asma) kat yerleşim planı Ölçek 1/10

3.2. Mobil Ahşap Evde Alan Analizi

Mobil evin prototipinin tasarım aşamasında günlük ihtiyaçlar ve kullanım sıklığı göz önünde bulundurularak, insanın antropometrik ölçüleri göz ardı edilmeden alandan maksimum seviyede yararlanıp kullanıcıyı yormadan hareketlerinde kısıtlamaya gitmeden gündelik hayatta kullandığı evinin rahatlığını kaybetmeyecek şekilde giriş kata dinlenme ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla bir oturma alanı, yeme içme gibi ihtiyaçların giderileceği bir mutfak alanı, tuvalet ve banyo ihtiyaçlarının giderileceği bir tuvalet alanı oluşturulmuştur (Şekil 3.1). Mobil evde hem kullanım açısından hem de özel hayatın gizliliği açısından üst kat geceleme ve konaklama alanı olarak düşünülüp tasarlanmıştır (Şekil 3.2).

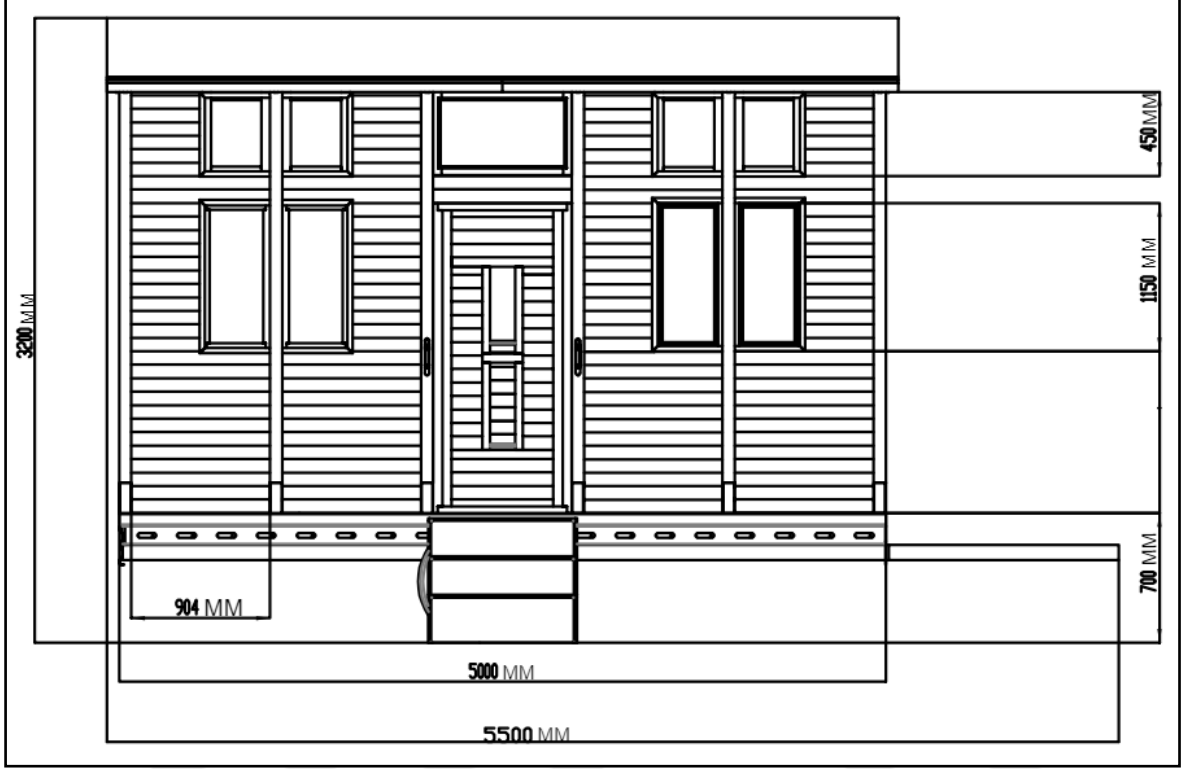
Prototipin tasarım sürecinde M10 modülü dikkate alınarak kullanım alanı M10 modülünün katları biçiminde yerleşim planı oluşturulmuştur (Römork uzunluğu ekseninde 9 M10 luk tuvalet ve banyo mekanı, 18 M10 luk yeme ve içme alanı ve 18 M10 luk oturma ve dinlenme alanı şeklinde düzenlenmiştir).

3.3. Mobil Ahşap Ev Cephe Görünümlerinin ve Yapı Kesitlerinin Tasarımı

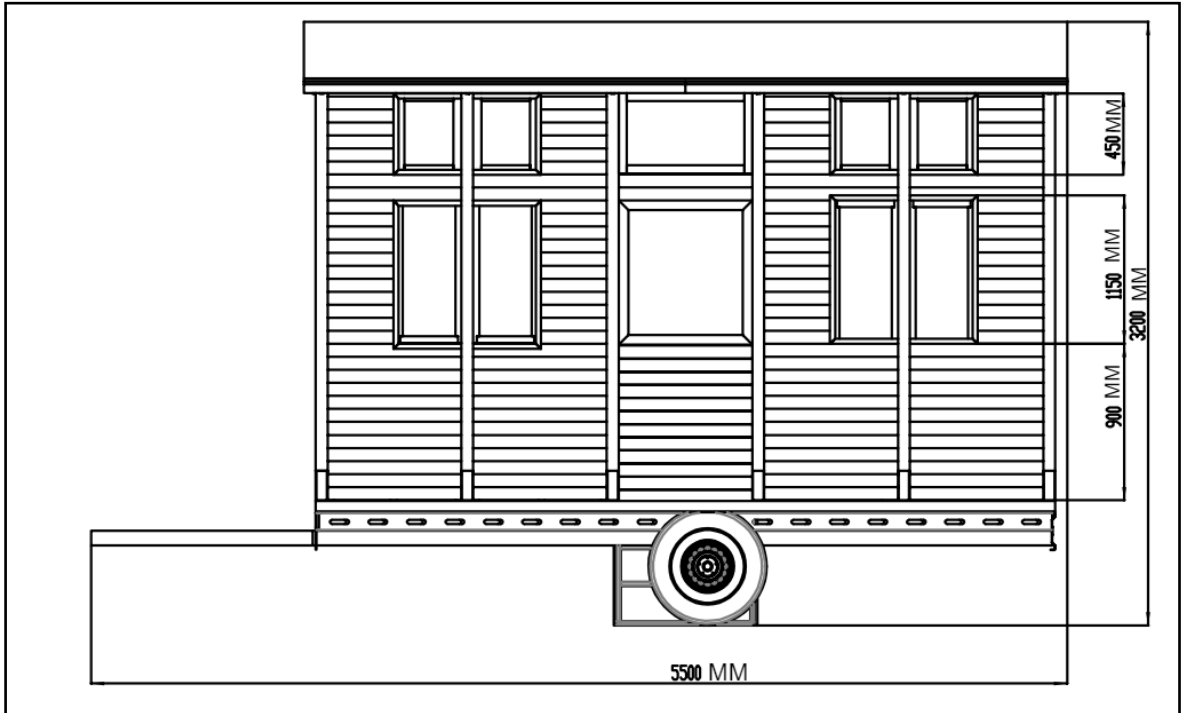
Projenin tasarım ayağından başlanarak nihai ürün olana kadar tüm süreçlerinde insan yaşamı, konforu, gereksinim ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurularak M10 modülü, modülerlik ilkeleri ile üretim ve imalat kolaylığı gözetilerek modüler bir mobil ev prototipi geliştirilmiştir (Şekil 3.2). Mobil evin görünen her bir taşıyıcı düzlem çerçeve kolonları arası 9XM10 (90 cm) olacak şekilde tasarlanmıştır. Buradaki amaç ahşap malzeme ve ahşap esaslı malzemelerin kullanıldığı bu projede fire oranı ve ahşap malzeme çalışmasını (deformasyon) minimuma indirecek şekilde kullanılmasına olanak tanımıştır. Sağ ve sol cephelerde yer alan pencerelerde, mutfak alanı için belirlenen kısım dışındaki pencereler sabit tercih edilmiştir. Bunun hareket noktası da hava değişimin sağlanması sabit pencereler ile de güvenilirliğin sağlanmasıdır. Mutfak alanındaki pencere tamamen değil yarım açılacak şekilde düşünülmüştür. Cephelerdeki tüm pencereler ölçü bakımından 4 modülden oluşmaktadır.

Sağ yan cephede mobil evin iç kısmına erişim, giriş çıkışların yapılması için 9x10M modülü dikkate alınarak giriş kapısı yapılmıştır (Şekil 3.3). Kapı tasarım yapılırken

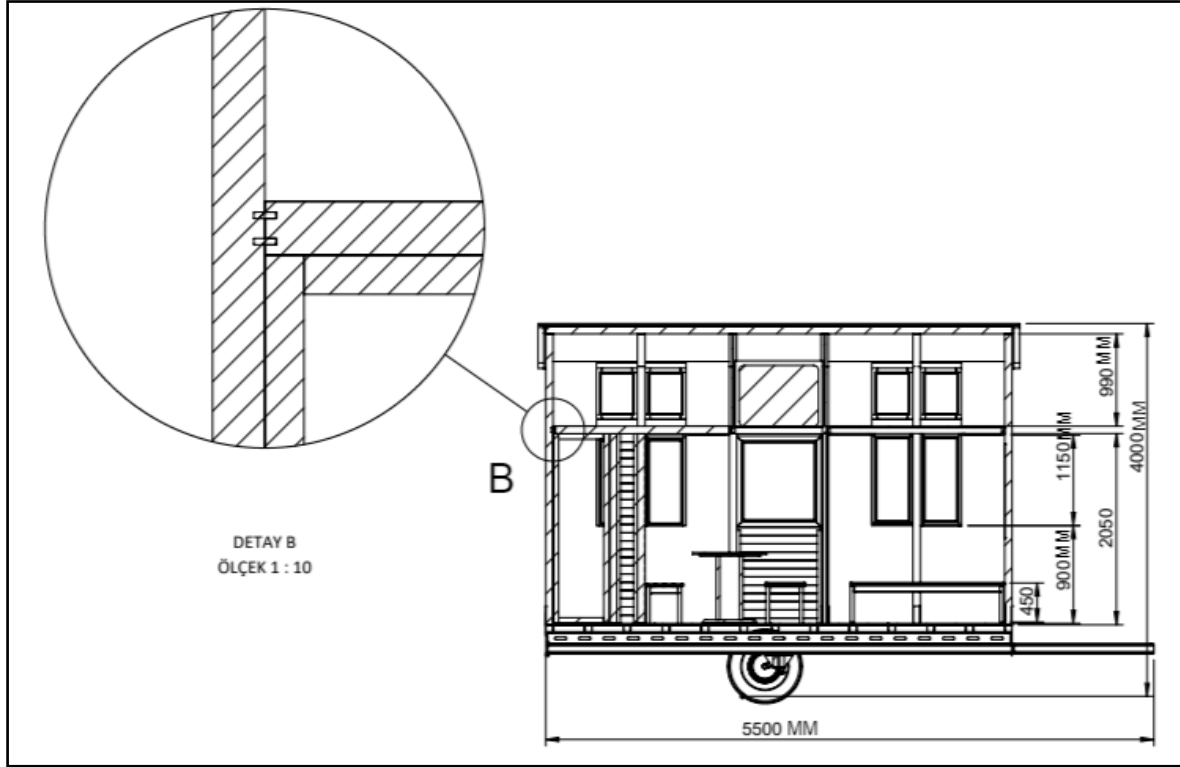
ürünün dış kabuğuyla aynı görünüm de olması için dış kısmı yalıtı baskı işlemiyle kaplanmıştır.



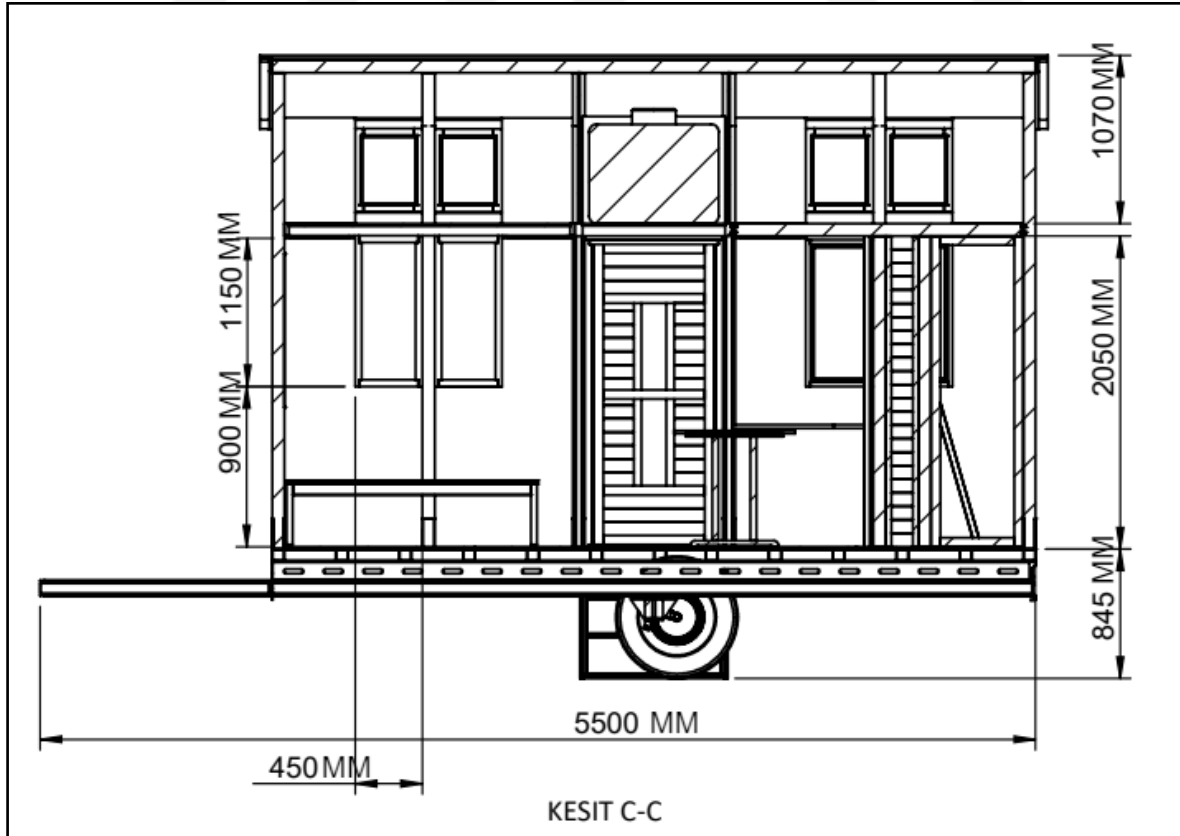
Şekil 3.3. Prototip ahşap mobil ev sağ cephe görünümü Ölçek 1/10



Şekil 3.4. Prototip ahşap mobil ev sol cephe görünümü Ölçek 1/10



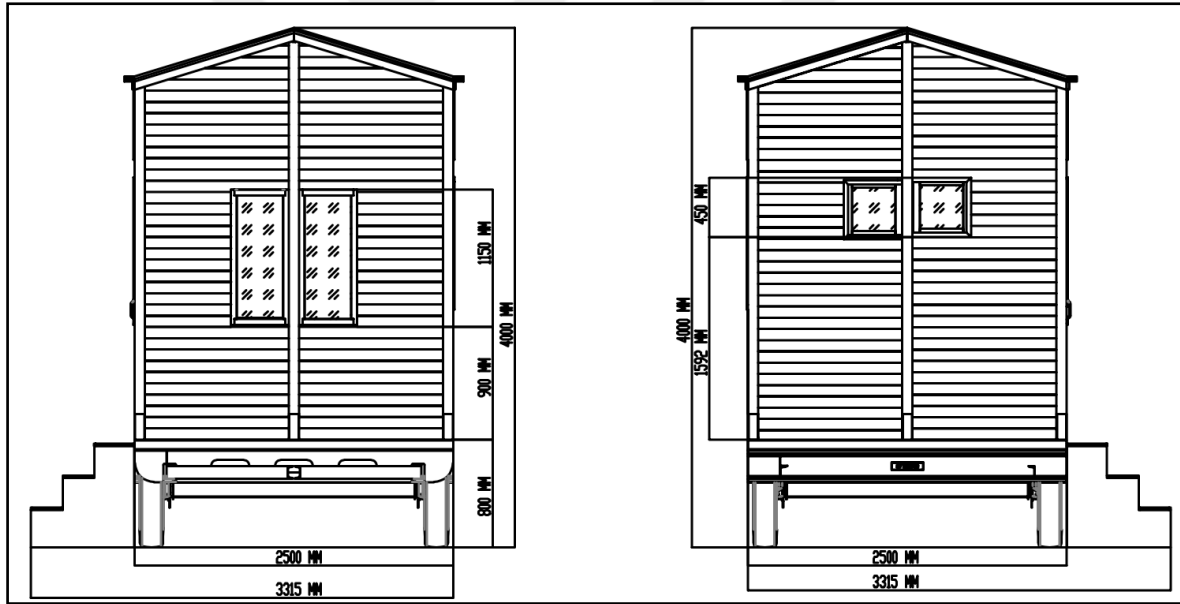
Şekil 3.5. Prototip ahşap mobil ev sağ cephe kesit görünümü Ölçek 1/10



Şekil 3.6. Prototip ahşap mobil ev sol cephe kesit görünümü Ölçek 1/10

Prototip geliştirilirken yeşil mimari ve sürdürülebilir yapı anlayışı göz önünde bulundurularak gün ışığından maksimum seviyede yararlanabilmek için sağ ve sol cephelere pencereler yapılmıştır. Sağ ve sol cephelerde yer alan pencereler daha çok gün ışığından yararlanmak için bir modülün iki adedi taşıyıcı çerçevelerin sağına ve soluna konularak büyük açıklık sağlanmıştır (Şekil 3.4). Açılan bu pencere boşlukları ile sadece gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak değil ayrıca güneşin ısıtıcı yanından da yararlanılmak istenmiştir.

Her bir yüzeye yeteri kadar pencere ve kapı boşluğu tasarlanmıştır, ancak insan mahremiyetine zarar vermeyecek şekilde belirli yüksekliklerde bu boşluklar açılmıştır. Ön ve arka cepheler de yer alan pencereler güvenlik açısından dolayı sabit olarak yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Prototip ahşap mobil evde ön ve arka cephe görünümü Ölçek 1/10

4. PROTOTİP GELİŞTİRME SÜREÇLERİ

Prototip oluşturma ve geliştirme süreci tezin akademik danışmanı ve tezi yürüten tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, ürünün farklı özellikleri ve fonksiyonlarını denemek ve yapılabilirliğini vurgulamak üzere çeşitli prototip modelleri oluşturulur ve test edilir. Kavramsal prototip, fonksiyonel prototip, ürün prototipi gibi farklı prototip türleri kullanılabilir. Kavramsal prototip, tasarımcıların fikirlerini ve kavramlarını görsel olarak ortaya koyan bir modeldir. Fonksiyonel prototip ise, ürünün bazı temel fonksiyonlarını gerçekleştirebilen bir modeldir.

Prototip oluşturma süreci, ürün geliştirme aşamasında oldukça önemli bir adımdır. Prototip, ürünün tasarımı ve işlevselliğinin test edilmesi için kullanılan önemli bir araçtır. Prototip oluşturma süreci, tezi yürüten ve tezin akademik danışmanından oluşur. Süreç, ürün fikrinin ilk aşamalarından başlayarak, prototipin tasarlanması, üretilmesi ve test edilmesi aşamalarını kapsamaktadır.

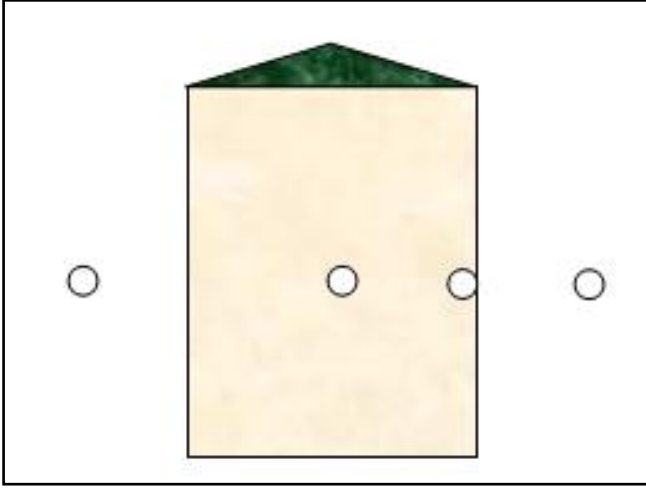
Yukarıda tanımlanan prototip geliştirme süreci esas alınarak, öncelikle prototip ürün fikri belirlenmiş daha sonra, tasarım ve araştırma ekibi olarak bu fikir detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda prototip mobil ahşap evin hangi özelliklere sahip olması gerekliliği belirlenmiş ve ilk taslak tasarım çizimleri yapılmıştır. Bu süreci takiben, fonksiyonel ölçüler esasa alınarak, ölçekli tasarım çizimleri, prototipin 3 boyutlu modelinin imalat aşamasına geçilmiştir. Prototipin üretim aşamasında, malzeme seçimi, üretim süreci ve maliyet analizi gibi faktörler de dikkate alınmıştır. Tasarım süreçlerinde bir kullanıcı, tasarımcı ve uygulamacı (tezi yürüten ve akademik danışmanı) tasarım sürecinde gerekli düzenlemeler yapılmış olup, prototip imalatı bittikten sonra tasarım sürecindeki düzenlemeler ile karşılaştırılarak süreçteki uyumluluk kontrol edilmiştir.

Prototip tasarım süreci, prototip geliştirme sürecinin önemli bir aşamasıdır. Bu süreç, ürünün tasarımı ve işlevselliğinin test edilmesi için gerekli verilerin elde edilmesini sağlar. Ayrıca, prototip tasarım aşamasındaki kontrol, ölçüm ve analizler prototipin maliyetini ve zaman çizelgesini olumlu yönde etkileyebilir. Bu nedenle, prototip tasarım süreci önem verilmiştir. Bu süreç dikkatlice planlanmıştır ve buna bağlı başarılı bir prototip geliştirme süreci gerçekleştirilmiştir.

4.1. Meteryal ve Metod

Bu çalışmada meteryal olarak endüstride çokça rastlanan ve ülkemizde doğal olarak yetişen sarıçam, sarıçamdan elde edilmiş yalı baskı, strafor köpük, üç katmanlı masif panel,osb,membran ve şıngıl kullanılmıştır.

Ahşap mobil ev imalatının tamamlanmasının ardından method olarak ekim ve kasım aylarında Sıcaklık, nem ve ses ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler sabah (08:00), öğlen(12:30) ve akşam (17:30) saat aralıklarında hafta da bir defa, ayda 4 defa olacak şekilde gerekli ölçüm aletleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Prototipte sıcaklık,nem,gürültü ölçüm noktaları

Sıcaklık ve nem ölçümü H560 dewpoint pro sıcaklık ve nem ölçer yardımıyla mobil evin iç hacmin orta noktasında, iç duvara temas edecek şekil de ve mekanın dışında dış ortam kısmında olacak şekilde haftada bir defa belirli saatler de ölçülmüştür. Sıcaklık ölçümü ISO 1771, standardına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Mobil evde gürültü ise PCE-322A gürültü ölçüm cihazı (sound lever leter) ile ısı- nem ölçüm noktalarında ve aybı zaman diliminde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler TS EN ISO 9612 standardına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

4.1.1. Sarıçam

Narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun ve düzgün gövdeli herdem yeşil bir ağaçtır. Yaşamakta olduğu geniş alanın ekolojik şartlarına göre 20-50 m arasında boy yapabilir. Genç gövdelerde, yaşlı ağaçların üst kısımlarında, kalın dallarda "tilki sarısı" rengindeki kabuk gayet ince levhalar halinde ayrılır. Genellikle kuvvetli bir kök sistemi kurar.

Toprak isteği bakımından kanaatkâr olan Sarıçam gevşek, derin, nemli kum topraklarında iyi yetişir. Dona ve kuraklığa karşı dayanıklıdır.

Çok çeşitli kullanım yerlerine sahip bulunan odunu oldukça dayanıklı ve reçinelidir. Çok kolay işlenen odunu düzgün ve parlak bir satıh verir, boya cila ve tutkalı kolay emer ve iyi çivi tutar. Bu özellikleri ile sarıçam yapı malzemesi; kapı, pencere, tavan ve taban kaplaması olmak üzere mobilyacılık ve oymacılıkta kullanılır.

4.1.2. Yalı baskı

Sarı çam keresteden elde edilen lamellerin belirli makineler ile profil haline getirilmesiyle cephe döşemesi için kullanılan ahşap yalı baskı üretilir. Bu ahşap yalı baskı profilleri birbirine yan yana birleştirilebilecek şekilde üretilir. Oval yalı baskı, yarım kütük lambiri ve konik yalı baskı gibi pek çok çeşidi mevcuttur. Bu çalışmada oval yalı baskı tercih edilmiştir.

4.1.3. Strafor köpük

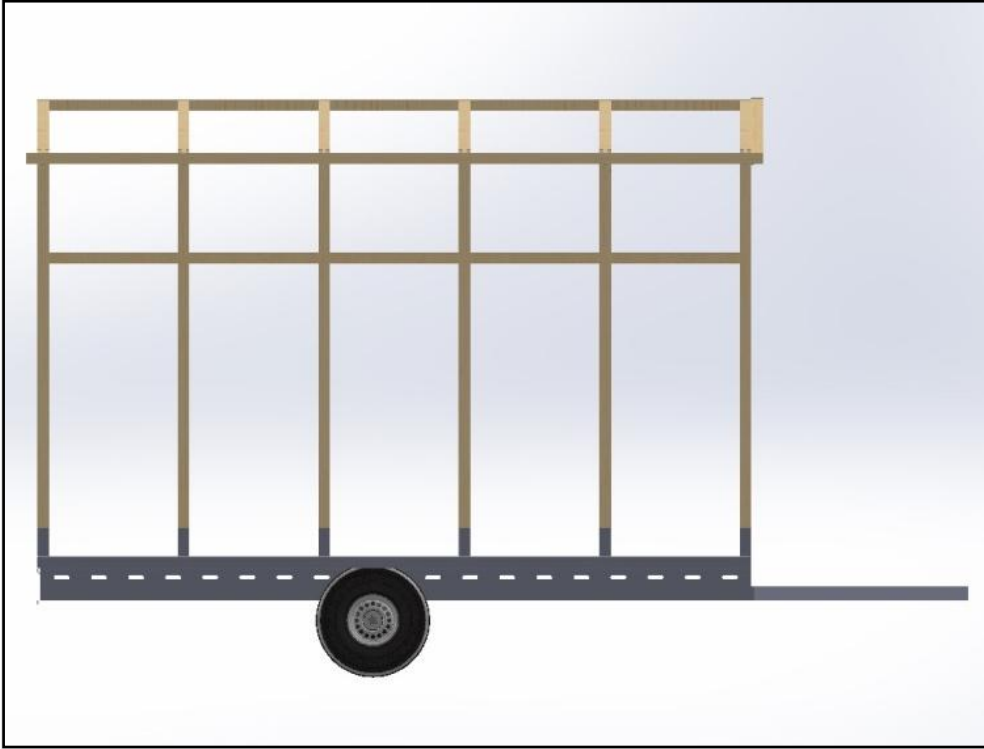
Araştırmada kullanılan strafor köpük, yüksek ısı yalıtımı, suya dayanıklılığı ve yüksek mukavemet değerleri göz önünde bulundurularak tercih edilmiştir. enerji tasarrufu, estetik görünüm, nemden koruma, ses yalıtımı, hızlı montaj ve yangın güvenliği gibi teknik özellikleri dikkat edilerek araştırmada kullanılmıştır..

4.2. Taşıyıcı Düzlem Çerçeve Teorik Analiz ve Konstrüksiyon Uygulaması

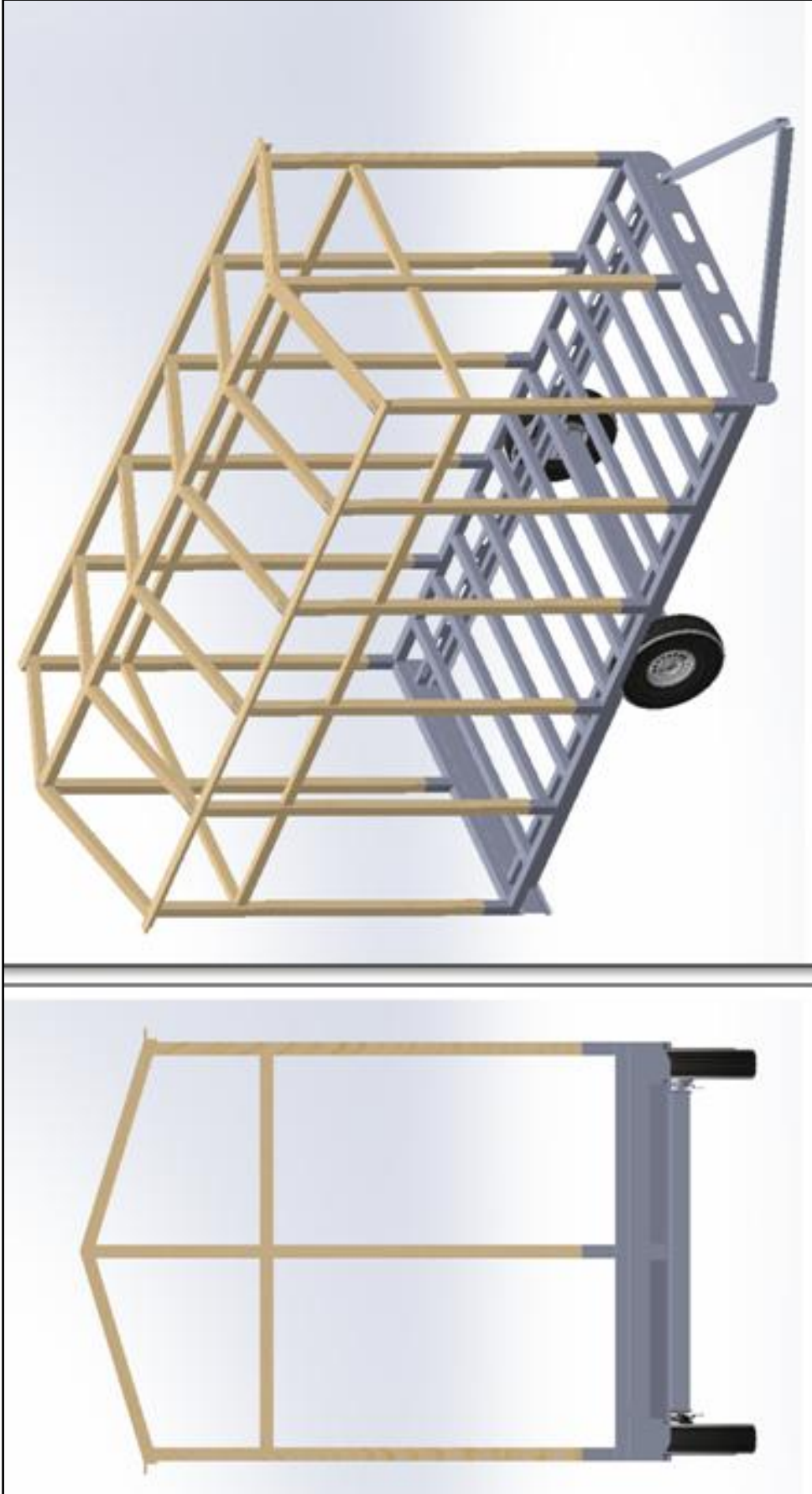
Ahşap mobil evin ana taşıyıcı sistemi düzlem çerçevelerdir. Düzlem çerçeveler 8 x 8 cm en kesitli, uzunluğu projede gerekli boyda elemanlardan oluşmaktadır. Bu çerçeveler ahşabın

kendine has birleştirme yöntemleri kullanılarak şekillerde görülen taşıyıcı düzlem çerçeve oluşturulmuştur.

Kolon görevini göreceğ 8x8 cm en kesitli dikmelerin arasındaki mesafe 9xM10 modül anlayışına göre dizayn ve imal edilmiştir. Bu şekilde tasarım ve imal edilmesinin avantajı ise modülerlik sağlanıp, yerine montaj kolaylığı, hem de fazla zaman ve iş gücü tasarrufu yapılmasına olanak sağlamıştır (Şekil 4.1-Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Prototip ahşap mobil ev düzlem çerçeve sistemi



Şekil 4.3. Prototip ahşap mobil ev düzlem çerçeve sistemi

Düzlem çerçeveler oluştururken taşıyıcı römork ile bağlantısını 8x8 cm 20 cm boyutlarında ankraj üniteleri 90,4 cm aralıklarla römork üzerine kaynak işlemi yapılmıştır. Kaynak işlemi biten bu ankraj üniteleri taşıyıcı ahşapların römorka bağlantısını sağlama imkânı sunmaktadır (Resim 4.1).

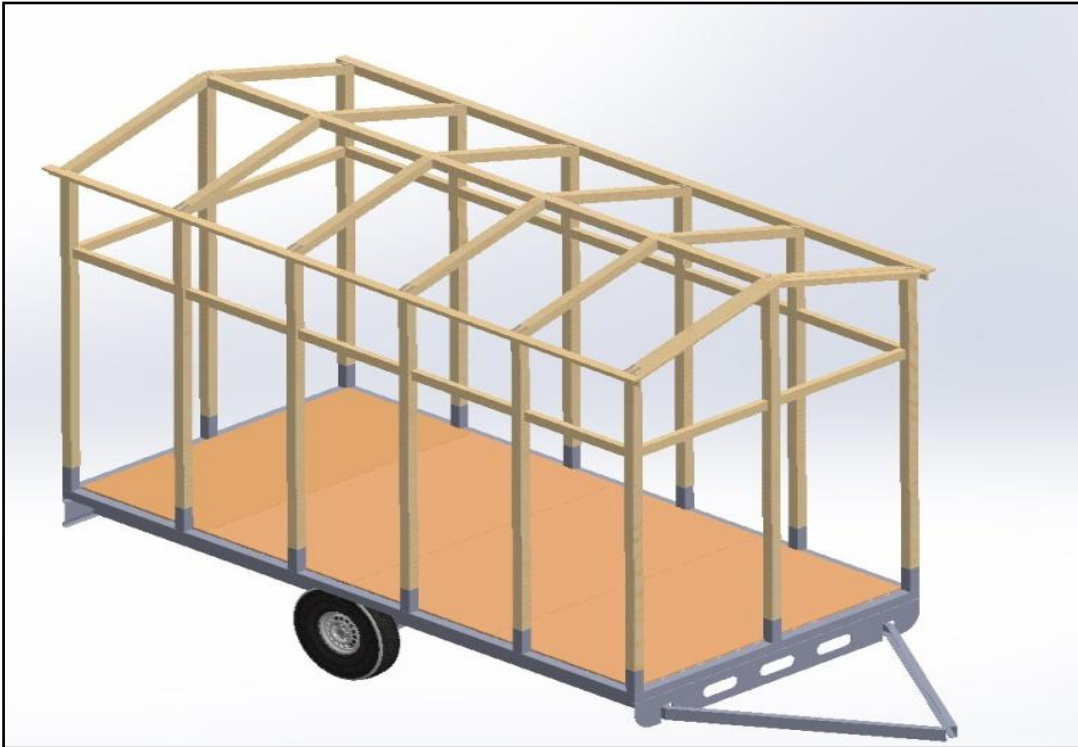


Resim 4.1. Taşıyıcı römork üzerine ankraj ünitelerinin kaynatılma işlemi

Taşıyıcı düzlem çerçeve kolanlarının römorka bağlantısı yapılmadan önce haşere ve böceklerle karşı zarar görmemesi için ankraj ünitelerinin içerisinde kalacak yüzeylerine su itici ve koruyucu madde sürülerek ahşap malzemenin korunması amaçlanmıştır. Bu işlemden sonra taşıyıcı düzlem çerçeve kolonları görünmeyen yüzeylerden paslanmaz vida ile ankraj ünitelerine vidalanarak bağlanmıştır.



Resim 4.2. Prototip ahşap mobil ev düzlem çerçeve imalat aşaması



Şekil 4.4. Prototip ahşap mobil ev zemin döşeme

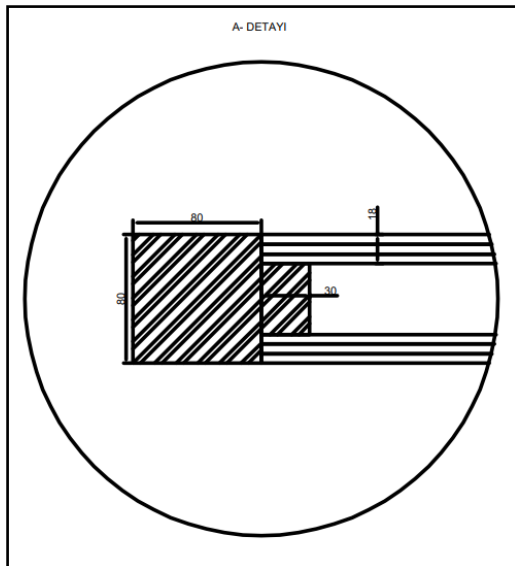


Resim 4.3. Prototip ahşap mobil ev zemin döşeme görünüşü

Prototipin bir sonraki adımında uyku ve dinlenme eylemlerinin gerçekleştirileceği alan olan asma katın taban döşeme işlemlerinin imalatı ve montajı yapılmıştır. Bu işlem üstte ve altta 1,8 cm kalınlığında 3 katmanlı ahşap paneller ile gerçekleştirilmiştir. İki panel arasında 4.4 cm açıklık bırakılarak bu açıklıktan elektrik ve su tesisatı boruları geçirilmesine fırsat tanınmıştır (Şekil 4.4). Bu paneller de modüller halinde yerine götürülerek sunta vidası yardımıyla taşıyıcı düzlem çerçeveye bağlanmıştır.

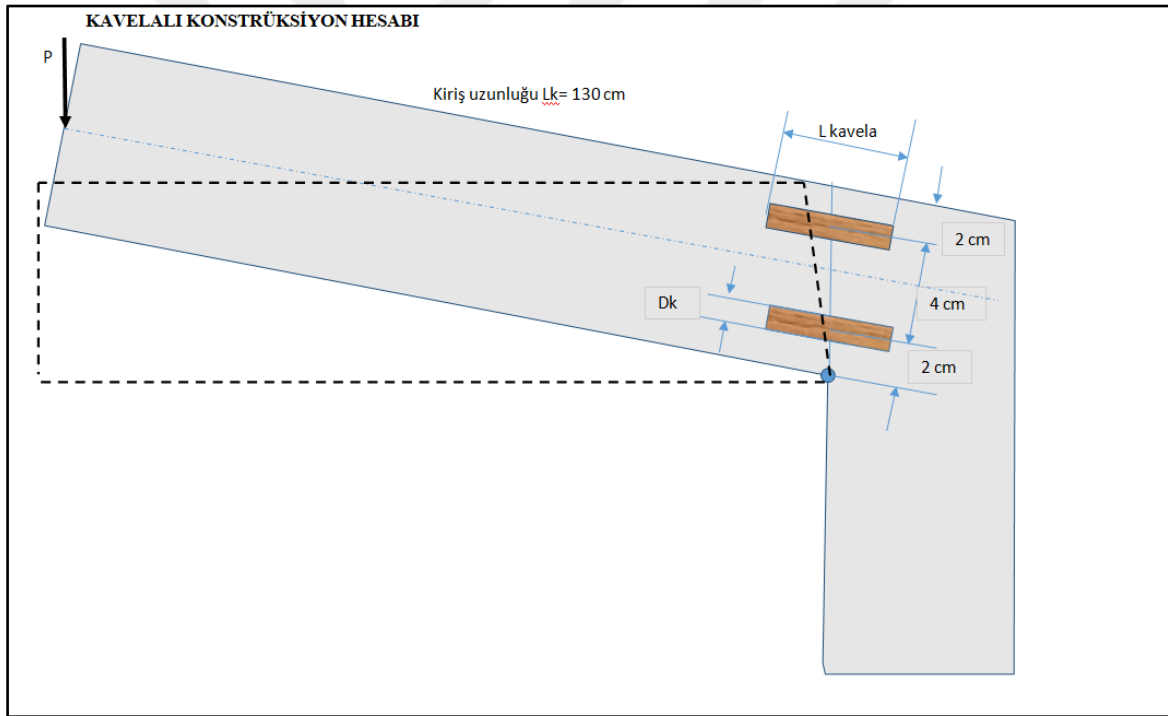


Şekil 4.5. Prototip ahşap mobil ev asma kat zemin görünüşü



Şekil 4.6. Prototip ahşap mobil ev asma kat zemin bağlantı A detayı görünüşü

Ahşap mobil evin ana taşıyıcı sistemi düzlem çerçevelerdir. Düzlem çerçeveler 8 x 8cm en kesitli uzunluğu projede gerekli boydaki elemanlardan oluşmaktadır. Bu çerçevelerin çatıdaki kısımlarında 130 cm uzunluğunda eğik kirişler yer almaktadır. Bu eğik kirişler taşıyıcı düzlem çerçevenin yanlarındaki kolon ile kavelalı veya zıvanalı birleşme konstrüksiyonu ile birleştirilmesi tasarım sürecinde öne çıkan düşünce olmuştur. Bu noktada bir kuvvet analizi yapılarak, üzerine gelecek çatı öz yükü ve ilaveten kar yükünü temsil edecek en çok kuvvet/yük taşıma kapasitesine sahip olan zıvanalı birleşme konstrüksiyonu tercih edilmiştir. Bu tercih yapılmadan önce her iki birleşmeye ait mukavemet analizi yapılmıştır (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7). Kolon-kirişlerin birleşim yerlerindeki kavelalı ve zıvanalı konstrüksiyon kuvvet/yük taşıma analizi aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.7. Kavela konstrüksiyon detayı

Kavela kuvvet taşıma denklemi;

$$P_{\max} \times K_{rş} \times L = (A_{K1} \times t_1 \times \sigma_y) + (A_{K2} \times t_1 \times \sigma_y) + (A_{krş} \times t_m \times \sigma_y)$$

Çizelge 4.1. Kavela kuvvet taşıma denklem açıklaması

P max	Kirişin taşıyabileceği maksimum yük/kuvvet (kg)
Krş L	Eğik Kiriş uzunluğu (cm)
A _{K1}	Kavela yüzey alanı (cm ²)
L _{kavela}	Kavela uzunluğu (cm)
D _k	Kavela çapı (cm)
t ₁	1. kavelanın merkezinin C noktasına olan dik mesafe (cm)
σ _y	Tutkal yapışma emniyet gerilmesi (kg/cm ²)
A _{krş}	Kiriş en-kesit ara yüzey alanı (cm ²)
t _m	Kiriş en-kesit alanı ağırlık merkezinden C noktasına olan dik mesafe (cm)

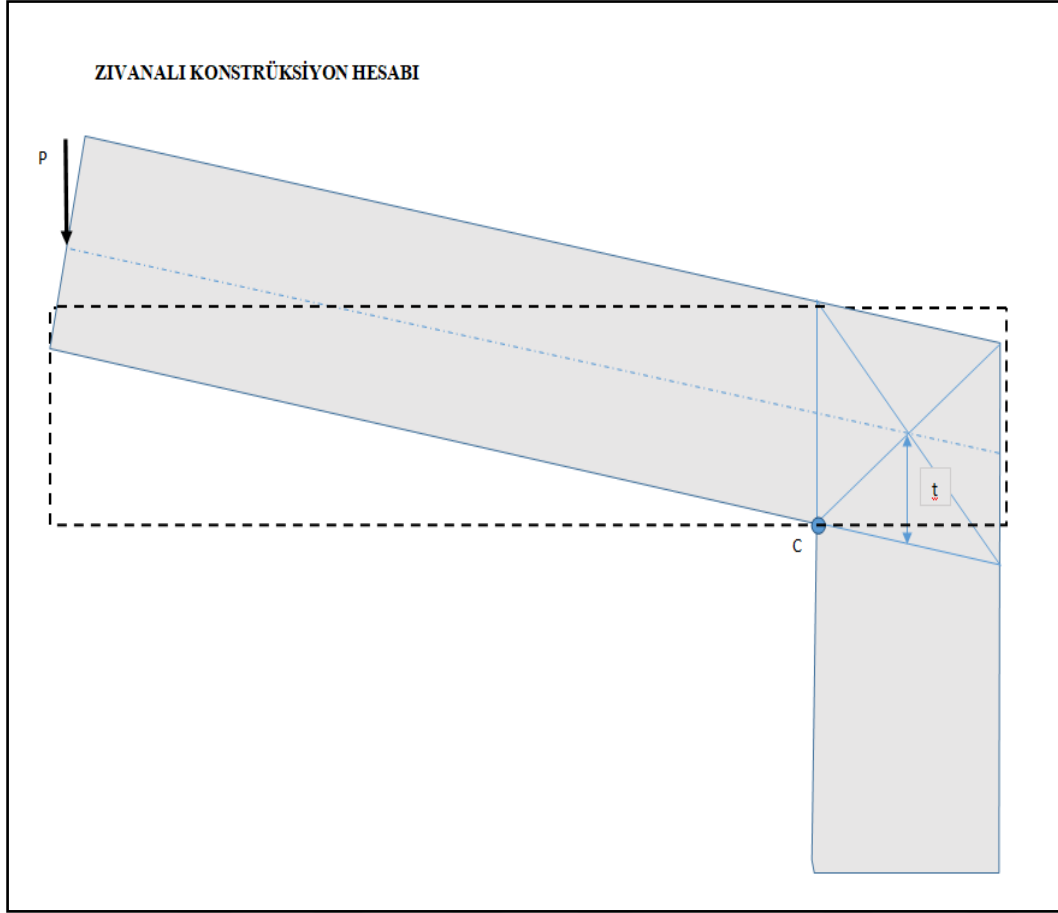
$$P \max \times Krş L = (A_{K1} \times t_1 \times \sigma_y) + (A_{K2} \times t_1 \times \sigma_y) \times (A_{krş} \times t_m \times \sigma_y)$$

$$P \max \times 130 = (2 \times 3,14 \times (6/2) \times 2 \times 100) + (2 \times 3,14 \times (6/2) \times 6 \times 100) + (8 \times 8 \times 4 \times (100/2))$$

$$P \max \times 130 = (3768) + (11304) + (12800)$$

$$P \max \times 130 = 27872$$

P max= 214,4 kg her bir eğik kiriş tarafın kuvvet/yük taşıma kapasitesi alan momenti denkleminde teorik olarak hesaplanmıştır. Her taşıyıcı düzlem çerçevede iki eğik kiriş mevcut olduğundan bu yük $214,4 \times 2 = 428,8$ kg olur. Ahşap mobil evin toplam 6 adet düzlem çerçevesi olduğundan kavelalı konstrüksiyon birleşim yerinin taşıyabileceği toplam yük $428,8 \times 6 = 2572,8$ kg olur.



Şekil 4.8. Zıvana konstrüksiyon detayı

Çizelge 4.2. Zıvana kuvvet taşıma denklem açıklaması

P max	Kirişin taşıyabileceği maksimum yük/kuvvet (kg)
Krş L	Eğik Kiriş uzunluğu (cm)
A_z	Zıvana yüzey alanı 2 adet (cm^2)
t	Zıvananın yüzey ağırlık merkezinin C noktasına olan dik mesafe (cm)
σ_y	Tutkal yapışma emniyet gerilmesi (kg/cm^2)
$A_{krş}$	Kiriş en-kesit ara yüzey alanı (cm^2)
t_m	Kiriş en-kesit alanı ağırlık merkezinden C noktasına olan dik mesafe (cm)
n	Zıvana yüzey sayısı

$$P_{max} \times 130 = 2 \times (A_z \times t_m \times \sigma_y \times (A_{krş} \times t_m \times \sigma_y))$$

$$P_{max} \times 130 = 2 \times (8 \times 8 \times 4 \times 100) \times (8 \times 8 \times 4 \times (100/2))$$

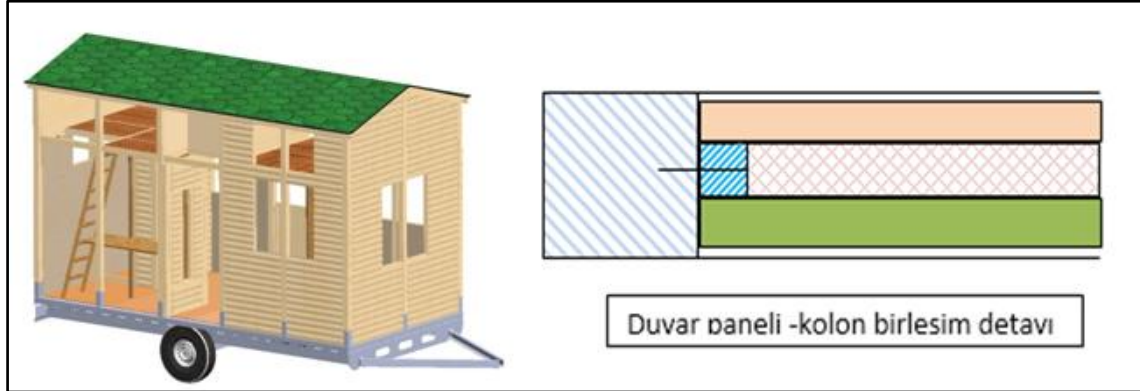
$$P_{max} \times 130 = 51200 + 12800$$

$$P_{max} \times 130 = 64000$$

$P_{max} = 492,3$ kg her bir eğik kiriş tarafın kuvvet/yük taşıma kapasitesi alan momenti denkleminde teorik olarak hesaplanmıştır. Her taşıyıcı düzlem çerçevede iki eğik kiriş mevcut olduğundan bu yük $492,3 \times 2 = 984,6$ kg olur. Ahşap mobil evin toplam 6 adet düzlem çerçevesi olduğundan zıvanalı konstrüksiyon birleşim yerinin taşıyabileceği toplam yük $984,6 \times 6 = 5907,7$ kg olur. Bu durumda zıvanalı konstrüksiyon birleşmeli kirişlerin oluşturduğu çatı düzlemi kavelalı konstrüksiyon birleşmeli kirişlerin oluşturduğu çatı düzlemine göre $k=5907,74 / 2572,8$ kg sonuçta zıvanalı konstrüksiyon birleşmenin 2,3 kat daha fazla kuvvet / yük taşıma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle zıvanalı konstrüksiyon birleşme tercih edilmiştir.

4.3. Duvar Elemanlarının Dış Kabuk (Yalı Baskı) İmalatı

Düzlem çerçeve ve zemin döşeme işlemlerinin yapılmasının ardından dış kabuk (yalı baskı) imalatına başlanmıştır. Bu işlemde prototip evin bir ucundan başlanarak her bir yalı baskı iki düzlem çerçeve arasındaki mesafe olan 90,4 cm uzunluklarında kesilerek yerine tutkallı ve 30 mm uzunluğundaki basınçlı tabanca çivisi ile ahşap karkas çitasına montajlanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.9. Prototip ahşap mobil evde dış kabuk (yalı baskı) imalat ve detay görünümü

Montaj işleminin bitmesinin ardından yalı baskıların ve taşıyıcı çerçevelerin iç yüzeylerine ahşap koruyucu madde sürülmüştür. Böylece böcek ve haşerelere karşı önlem alınmıştır. Yalı baskıların imalatı ve koruyuculuğu sağlandıktan sonra üst katda yer alan ebeveynlerin ve çocukların uyku eylemlerini gerçekleştireceği alanların bölme işlemleri yapılmıştır. Bu

iki alanın orta kısmına mobil evin su ihtiyacını karşılayacak su deposu da yerleştirilerek aynı zamanda mahremiyet seviyesi en üst düzeye çıkartılmıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.10. Prototip ahşap mobil evde asma kat bölme detayı

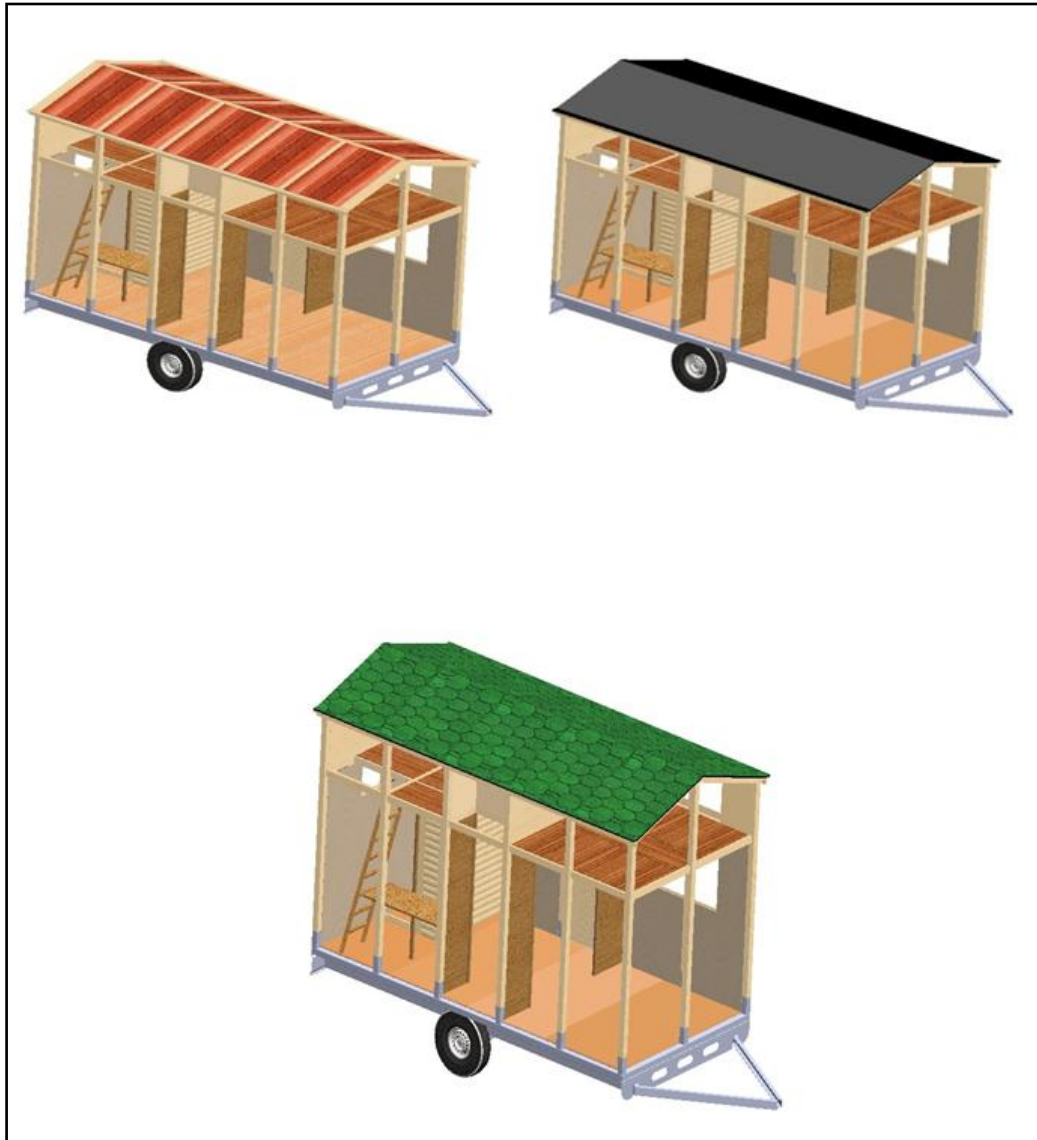
Asma kattaki çocuk ve ebeveyn yatma mekanlarına erişim iki yoldan sağlanmaktadır. İlk erişim sabit merdiven yardımıyla çocukların uyku alanına çıkmak için mutfak alanından, ikinci erişim ise yemek ünitesinin yanından hareketli merdiven yardımıyla sağlanmıştır.

Mobil evin su ihtiyacının karşılanacağı alan iki uyku alanının arasında yer almaktadır. Bu alandaki boşluğa 300 litre kapasiteli mikro organizma tutmayan plastik su deposu yerleştirilmiştir. Bu alan da su deposundaki su azaldığında tekrar tekrar doldurulması için yeterli açıklıklar bırakılarak depo doldurulacak şekil de kurgulanmıştır (Şekil 4.9).

4.4. Çatı Panellerinin İmalatı

Mobil evin iç kısmının imalatının tamamlanmasının ardından çatı imalatına başlanmıştır. Çatı imalatında sırasıyla üç katmanlı panellerin bağlanacağı 30x53 mm en kesitindeki karkas çıtaları çatı eğik düzlem elemanları arasına tutkal ve vidalarla bağlanmıştır. Çıtaların üst kısmına çatının dış yüzeyini oluşturacak alana 12 mm kalınlığında osb yerleştirilip çatının dış strüktürü oluşturulmuştur. OSB levhaların üzerine sudan

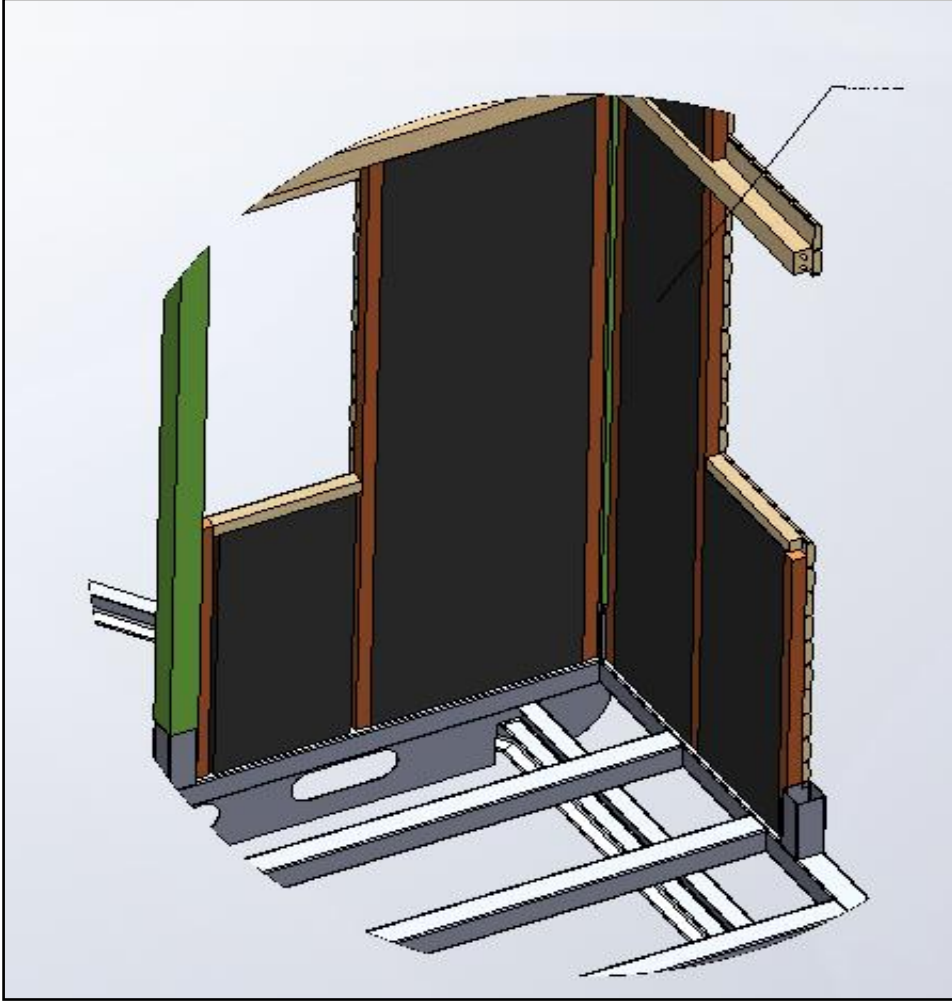
etkilenmemesi için su itici madde sürülmüştür. Daha sonra tüm çatı eğik düzlemlerini kapatmak üzere OSB panellerin üstüne membran serilmiştir. Membran serilmesinde pürmüz ile ısıtılarak ek yerleri birbiri ile yapıştırılmıştır. Membranların üst kısmına eteklerden başlayıp mahyaya doğru yeşil yonca şingillar ünite ünite eklenerek ve şingil çivisi ile çatı düzlemine çakılarak imalatı işlemi tamamlanmıştır. Daha sonra çatının iç kısmını oluşturacak alan için iki çitanın arasına 4 cm kalınlığında strafor malzeme yerleştirilmiştir. Ardından bu yüzeyin üzerine 90,4 cm uzunluğunda ve 1,5 cm kalınlığında lambriler bağlanarak çatı yüzeyinin iç kısmının da imalatı tamamlanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.11. Prototip ahşap mobil evde çatı yapım aşamaları

4.5. Duvar İzolasyon Levhalarının ve Tesisatın Yerleştirilmesi

Duvar izolasyonun sağlanması yalı baskı işlemleri için çakılan 30x44 cm ölçülerin deki karkas çitaların aralarına 40 mm kalınlığında izolasyon levhası (strafor) yerleştirilerek vida yardımı ile yalı baskılara bağlanmıştır (Şekil 4.11), (Resim 4.4).



Şekil 4.12. Duvar izolasyon detayının gösterimi



Resim 4.4. Prototip ahşap mobil evde duvar izolasyon imalat detayı

Bu işlem 90,4 cm aralığında yerleştirilen her bir düzlem çerçevenin arasına uygun ebatlarda kesilerek yerleştirilmiştir.

4.6. Duvar Elemanlarının İç Kabuk İmalatı

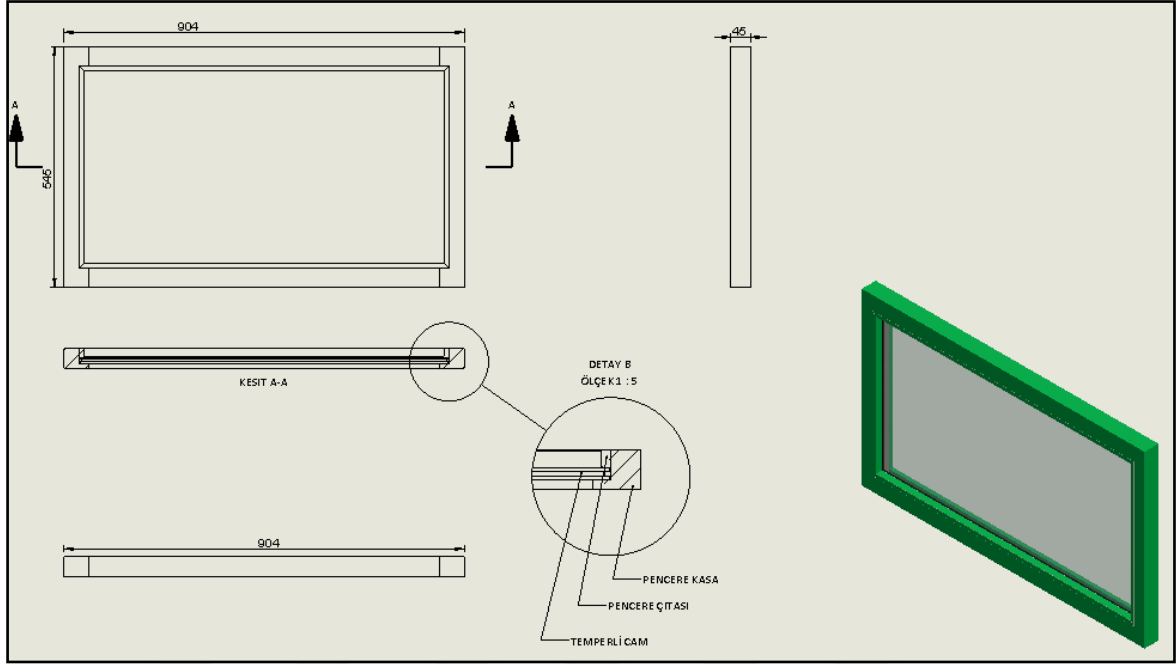
Mobil evin izolasyon ve tesisat işlemlerinin tamamlanmasının ardından iç duvar yüzeyini oluşturan 20 mm kalınlığındaki 3 katmanlı ahşap paneller üretim ve imalat kolaylığı göz önünde bulundurularak kesilmiştir. Kesilen ahşap paneller izolasyon levhasının üzerine gelecek şekilde tutkallı ve vidalı olarak karkas çıtalarına bağlanmıştır. Montaj işlemi her bir taşıyıcı sistem aralığındaki boşluklara bağlanılarak gerçekleştirilmiştir. (Resim 4.5).



Resim 4.5. Prototip ahşap mobil evde duvar iç kabuk imalat detayı

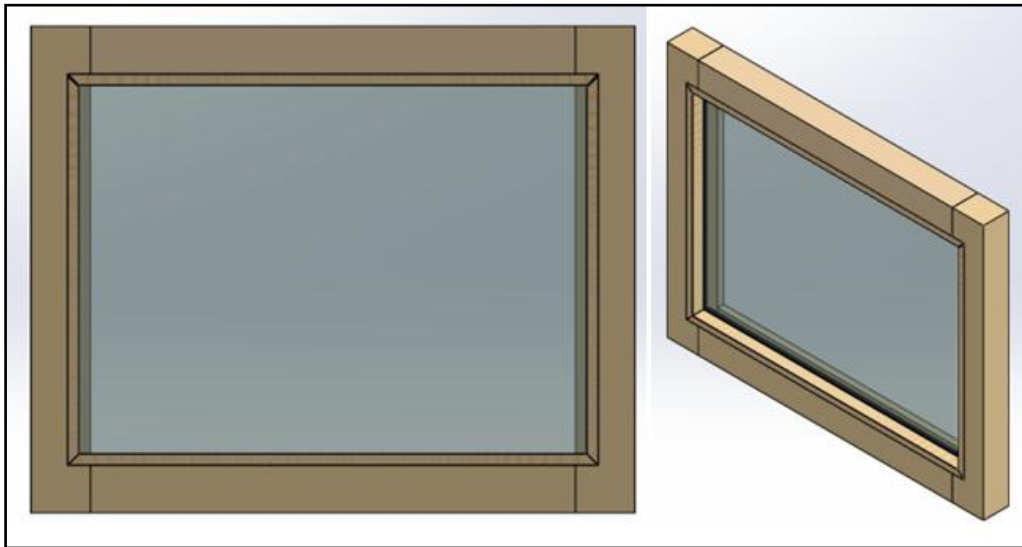
4.7. Pencere Doğramaları ve Kapıların Uygulaması

Prototip ahşap mobil evin tasarımında 4 farklı modülde 23 adet pencere doğraması (çerçevesi) yer almaktadır. Yükseklik ve genişlik ölçüsü sıralaması ile birinci modül;115x45 cm (Şekil 4.12), ikinci modül;45x45 cm (Şekil 4.13), üçüncü modül;115x90,4 cm (Şekil 4.14), dördüncü modül 45x90,4 cm dir (Şekil 4.15). Bu uygulamada seri üretim dikkate alınarak her bir ahşap mobil ev için gerekli olan pencere doğraması standartlaştırılmıştır.

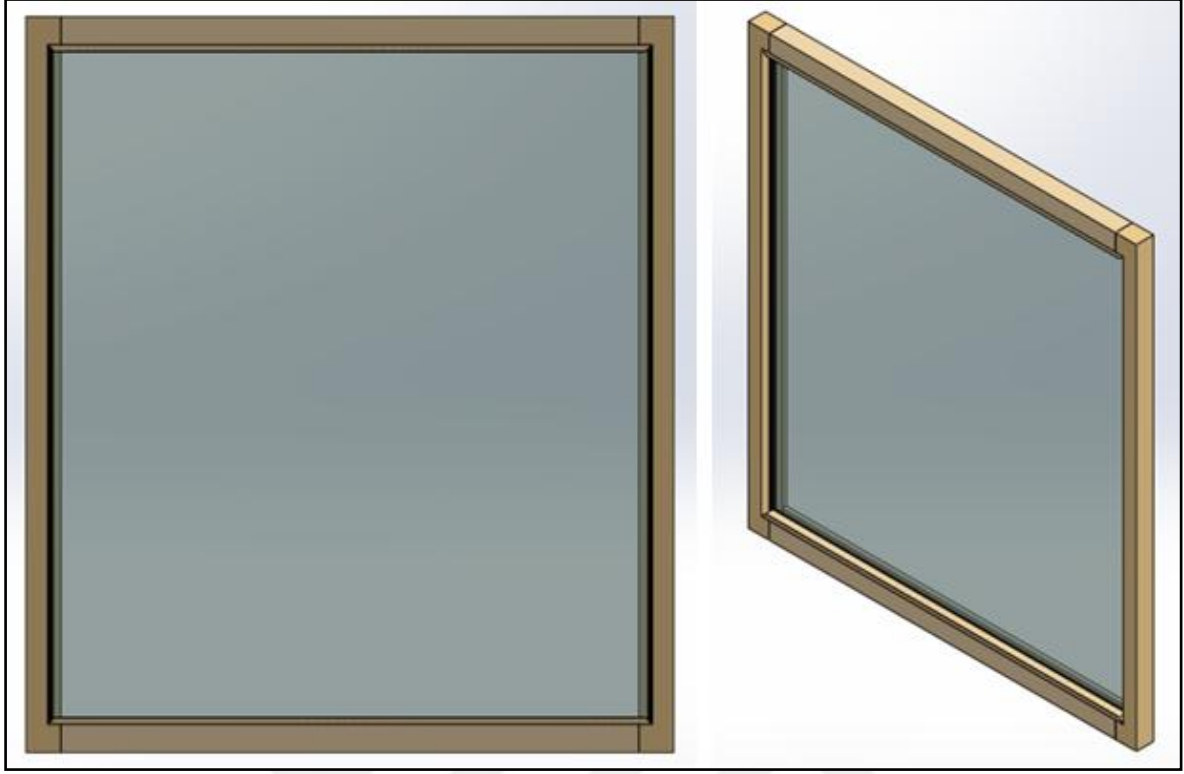


Şekil 4.13. Birinci modül pencere projesi

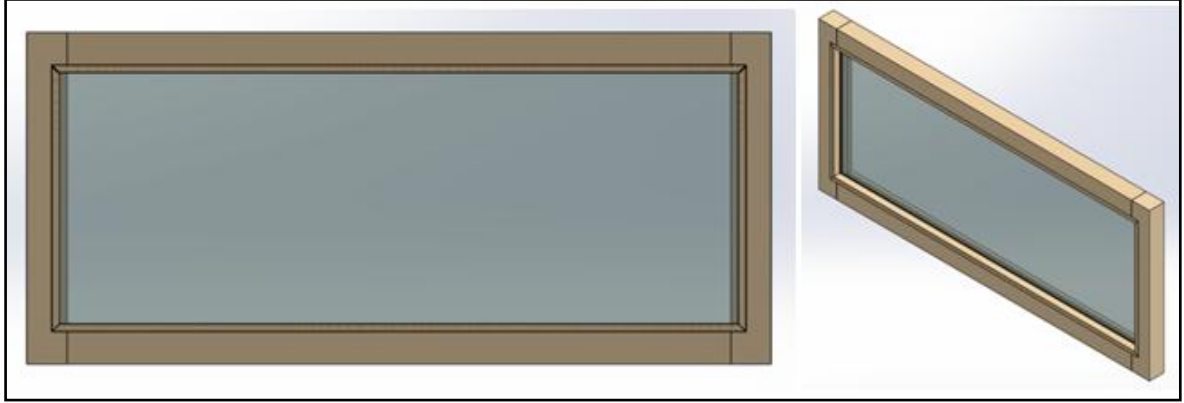
Pencerenin imalatında 55x45x115 mm ebatlarında 2 adet dikey kasa elemanı, 2 adet 55x45x340 mm ebatlarında yatay kasa elemanı kullanılmıştır. Kasayı oluşturan elemanlar birinci sınıf sarıçamdan imal edilmiştir. Pencere kasasında açılan kanal içerisine 4 mm temperli cam, 6 mm yalıtım malzemesi ve tekrar dan 4 mm temperli cam yerleştirilmiştir. Camlar yerleştirildikten sonra etrafı fitil yardımıyla dönülerek camın izolasyonu sağlanmıştır. Son işlem olarak da köşelerine çita çakılarak pencerenin imalatı tamamlanmıştır. Bu işlemler her bir pencere için ayrı ayrı tekrar edilmiştir.



Şekil 4.14. İkinci modül pencere gösterimi



Şekil 4.15. Üçüncü modül pencere gösterimi



Şekil 4.16. Dördüncü modül pencere gösterimi



Şekil 4.17. Hareketli modül pencere gösterimi

Prototip ahşap mobil evin tasarımında 2 farklı modülde 2 adet kapı yer almaktadır. Birinci modül wc ve duş eylemlerinin gerçekleştirileceği alana giriş için kullanılan, iç mekan alanı ile bu alanı bölerek mahremiyeti sağlamak için yapılmıştır. İkinci modül kapı ise dış ortam ile iç mekan arasında giriş-çıkış eylemlerini meydana getirmek için oluşturulan dış kısmı mobil ahşap ev ile aynı strüktürü oluşturması için yalı baskı ile kaplanmıştır. İç kısım ise iç mekan ile aynı strüktürde olması için tablalı olarak düşünülmüştür.



5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Prototipi geliştirilen ahşap mobil evde iki temel bulgu dikkat çekmektedir. Bunlardan ilki; Yapılan teorik hesap analizine göre taşıyıcı sistem çerçevelerinin taşıdığı toplam çatıya gelen yük kapasitesi dikkate alınarak ahşap mobil evin çatı bağlantısı için iki tip birleşim detayından (kavelalı ve zıvanalı birleştirme yöntemleri) en çok kuvvet taşıyan zıvanalı birleşimin uygun olduğu belirlenmiştir. L şekilli kolanlar ile eğik kirişler zıvanalı yöntemle birleştirilmiştir. Yapılan bu birleştirme tekniklerin analizinden elde edilen sayısal veriler doğrultusunda çatı düzleminin 5907,74 kg kapasitede kar yükü vb. harici yükleri taşıyabileceği sonucuna varılmıştır. Bu durumda tüm elemanlarının ahşaptan oluşturulduğu taşıyıcı düzlem çerçevelerinin yeterli sağlamlığa sahip olduğu söylenebilir.

İkinci öne çıkan bulgu ise prototipin imalatının tamamlanmasının ardından ekim ve kasım aylarında yapılan sıcaklık, nem, ses-gürültü ölçümü sonucu elde edilen veri ortalamaları Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Sıcaklık-nem ölçümü ve gürültü-ses ölçüm değerleri

	EKİM 2023			KASIM.23		
	08:00	12:30	17:30	08:00	12:30	17:30
İç orta sıcaklık (C°)	10,9	14,4	17,1	12,6	20,6	22,2
İç duvar sıcaklık (C°)	10,2	13,6	17,3	10,4	18,3	20,9
İç orta nem (%)	45,2	34,6	37,5	47,4	36	41,1
İç duvar nem (%)	48	40,3	40,3	50,3	42,3	48,3
Dış sıcaklık (C°)	10,5	14,4	14,4	10,2	18,3	15,8
Dış nem (%)	70,7	42,2	42,6	72,8	47	53
İç orta gürültü (Db)	33,5	32,7	33,5	34,5	40,3	39,8
İç duvar gürültü (Db)	35,7	34	46	45,6	45,5	47,6
Dış gürültü (Db)	40	48,4	56	64,8	62,2	59,8

Tablo 5.1 incelendiğinde tüm ayın ortalaması ölçüm saatlerindeki mekan iç orta sıcaklık ile iç duvar yüzey sıcaklıklarının bir birine çok yakın değer teşkil ettiği, bu ölçüm saatlerindeki sabah ve öğle sıcaklıklarının aynı ama akşam sıcaklığının dış ortam da 14,4 derece olmasına rağmen iç sıcaklığın 17 derece civarında olduğu ve yaklaşık 3 derecelik bir ısı izolasyonu sağlandığı görülmüştür. Bu ölçümlerin nispeten daha soğuk ay olan kasım ayında yapılan sonuçlarına göre dış ortam sıcaklığı sırasıyla sabah, öğle ve akşam 10,2, 18,3 ve 15,8 derece iken iç mekan orta sıcaklıklarının aynı saatlerde 12,6, 20,6 ve

22,2 derece olduğu ve ahşap malzemeden kaynaklanan 2 derece ile 6 derece arası sıcaklık izolasyonu sağladığı belirlenmiştir.

Aynı prototip ve günün aynı saatlerinde yapılan ekim ayı nem ölçümlerinde sabah saatlerinde dış ortamdaki nem %70,7, öğlen %42,2, akşam %42,6 olduğu belirlenmiştir. Aynı saatlerdeki iç mekan ortasında belirlenen nem yüzdeleri sabah %45,2, öğlen %34,6, akşam %37,5 olarak ölçülmüştür. Bu durumda dış ortam ile iç ortam arasındaki nem farkının sabah %25,5, öğlen yaklaşık %8, akşam %5 olduğu dışarıdaki fazla nemin iç ortamda ahşap doku tarafından emilerek nemin mekanda azaltıldığı ve bir nem ayarlaması (regülasyonu) meydana geldiği görülmüştür. Mekan iç ortamındaki nem ile duvar iç yüzeyinde ki nemin %3 ila % 6 oranında farklı olduğu ortamdaki nemin duvar iç yüzeyindeki nemden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumda ahşap duvarların nemi bloke ettiği ve iç ortama daha kuru bir hava sunduğu söylenebilir.

Nem ölçümlerinin ekim ayına göre daha rutubetli olduğu kasım ayında dış ortam % nem miktarları sabah %72,8, öğlen %47, akşam %53 şeklinde ölçülmüştür. Aynı saatlerdeki iç mekan ortasında ölçülen nem % oranı sırasıyla %47,4, %36 ve %41,1 olarak belirlenmiştir. Bu durumda iç ve dış ortam rutubet farkı sabah %25,5 , öğlen %11, akşam %12 civarında olduğu ve ahşap duvar panellerin önemli % oranda nem düzenlemesi meydana getirdiği belirlenmiştir. İç mekan orta nem %'leri ile iç duvar yüzeyi nem %'leri arasında bir fark olduğu bu farkında %3 ila %7 arasında olduğu belirlenmiştir.

Aynı prototip üzerinde yapılan ekim ayı ses-gürültü ölçümlerinde sırasıyla sabah 40,0 desibel, öğlen 48,4 desibel, akşam ise 56,0 desibel olarak ölçüldüğü bu ses-gürültü değerlerinin aynı anda iç mekan orta kısmında ise sırasıyla %33,5 , %32,7 , %33,5 olarak ölçüldüğü dış gürültünün iç ortama azalarak yansıdığı belirlenmiştir. Bu durumda iç ve dış ortamdaki ses-gürültü farkının sabah saatlerinde 6,5 desibel, öğlen saatlerinde 15,7 desibel, akşam saatlerinde ise 22,5 desibel olduğu tespit edilmiştir.

Dış ortamdaki ses-gürültü miktarının iç ortama yansıyan kısmında iç mekan orta ses – gürültü miktarı ile duvar iç yüzey arasında ki ses-gürültü miktarı 2 ila 13 desibel kadar bir fark oluşturduğu, bu farkın duvarların titreşiminden kaynaklandığı söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mobil evlerin yük ve taşıyıcı sistemlerinin genellikle çelik konstrüksiyondan tasarlanıp üretildiği literatür taramalarında ortaya çıkmıştır.

Bu tez kapsamındaki yeşil ev konseptindeki ahşap mobil ev taşıyıcı sistemlerine özgün yaklaşımlar araştırmasında mobil evin taşıyıcı sistemlerinin tamamının ahşaptan olabileceği, bu durumda ahşap mobil evin toplam ağırlığının metal taşıyıcı sistemli olanlara göre daha hafif kalacağı,

Yapılan teorik mukavemet analizine göre ahşap taşıyıcı sistemin yaklaşık 5900 kg'lık yük/kuvvet karşısında yeterli olabildiği,

8 cm kalınlığındaki ahşap duvar panellerinin herhangi bir ısıtma kaynağı olmadan düşük dış ortam ısısı karşısında ısı izolasyonu, nem izolasyonu ve ses izolasyonu sağladığı bu özelliği ile kullanıcıya önemli bir yaşam kalitesi sunabileceği,

Metal taşıyıcılı mobil evler de korozyon ve cürüme meydana gelebileceği buna karşılık ahşap mobil evde alınan tedbirler neticesinde herhangi bir cürüme ve diğer olumsuzluklar meydana gelemeyeceği,

ve daha birçok sayılamayan avantajları ahşap malzemenin sunabileceği, aynı zamanda güvenilir ve sürdürülebilir bir materyal olarak kullanılabilmesi sonuç ve kanaatine varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Abrahamsen, R. (2017). Mjøstårnet Construction of an 81 m tall timber building. *In Internationales Holzbau-Forum IHF*, 53-55.
- American Wood Council's Wood Design Standards Committee. (2018). *National Design Specification (NDS) for Wood Construction*, 125.
- American Society of Civil Engineers, American National Standard. (2016). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, 35-39.
- Batur, A. (2004). *Gelişmiş Ahşap Yapım Sistemleri ve Türkiye Koşulları Yönünden Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 44.
- Bilici, S. (2006). *Ahşap Konut Üretim Sistemleri; Almanya Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 57-60.
- Borgström, E. (2016). *Design of timber structures– structural aspects of timber construction*, Stockholm: Swedish Forest Industries Federation, 15.
- Bozkurt, Ö., (2011). Geleneksel Tekirdağ Evlerinde Kullanılmış Meşe Ahşabının Mekanik Özellikleri ve Kimyasalla Koruma Uygulamalarının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 14(2), 115- 119.
- Bozkurt A.Y. ve Erdin N. (1997). *Ağaç Teknolojisi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği, 1(2), 32-39.
- Çelik, H. K. ve Şakar, G. (2022). Geçmişin ve Geleceğin Yapı Malzemesi Olarak Ahşap: Yapı Mühendisliği Çerçevesinde Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(36), 298-304.
- Duman, N., & Ökten, S.(1988). *Ahşap Yapı Dersleri*. (2.Baskı). İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi Yayın Bölümü, 272.
- Eurocode 5 (EN 1995-1-1:2004); *European Comitee for Standardization, Design of Timber Structures. Part 1-1: General Common Rules and Rules For Buildings*, 167.
- Eriç, M. (2002). *Yapı Fiziği ve Malzemesi*. (2.Baskı). İstanbul: Literatür Yayıncılık, 57-65.
- Güller, B. (2001). Odun Kompozitleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1(3), 135-160.
- Hassanieh, A., Valipour, H. R., Bradford, M. A., & Sandhaas, C. (2017). *Modelling of steel-timber composite connections: Validation of finite element model and parametric study*. *Engineering Structures*, 138, 35-49.
- İnternet: Mjostarnet taşıyıcı sitem ahşap ev URL: <https://www.monatmetal.com.tr>, Son Erişim Tarihi: 10.07.2024.

İnternet: Geleneksel evlerde kullanılan birleşim tekniği URL: <https://demirrende.com/index.php/teknik/>, Son Erişim Tarihi: 10.07.2024.

İnternet: Kavelalı birleştirme örneği URL: <https://www.vermonttimberworks.com/learn/timber-frame-process/assembly-raising/>, Son Erişim Tarihi: 02.02.2024.

İnternet: En birleştirme örneği URL: <https://teknikrehber.com/en-iyi-ahsap-yapistirici-hangisi-ahsap-yapistirma-teknikleri/>, Son Erişim Tarihi: 10.06.2024.

İnternet: Mekanik birleştirme örneği URL: <https://www.chatar-chalupar.cz/tesarske-kovani/>, Son Erişim Tarihi: 10.02.2024

İnternet: Mobil ahşap ev örnekleri URL: <https://prefabrikevim.com/mobil-karavan-ev-modelleri/>, Son Erişim Tarihi: 10.02.2024.

İnternet: Mobil ahşap ev örnekleri URL: <https://wlifehouse.com/tr/ankara-tiny-house>, Son Erişim Tarihi: 10.02.2024.

İnternet: Mobil ahşap ev örnekleri URL: <https://www.karavanmevsimi.com/tiny-house-nedir-tiny-house-hakkinda-bilmeniz-gerekenler-nelerdir/>, Son Erişim Tarihi: 10.02.2024.

Loferski J.R., Salonikovich A.J., Stern E.G., Kelley S.J. (2000). Wood Structures: A Global Forum on the Treatment, conservation and Repair of Cultural Heritage, USA: *ASTM International*, 120-133.

Lyons A. (2004). *Materials for Architect and Builders*, Elsevier Butterworth & Heinemann, Amsterdam, 3 (2), 12-15.

Nilsson, T. & Rowell, R. (2012). Historical Wood – Structure and Properties. *Journal of Cultural Heritage*,13 (3), 5-9.

Jester C. J. (1995). *Twentieth - Century Building Materials: History and Conservation* (First Edition). New York: Mc Graw-Hill, 87.

Townsend P., Wagner C. (2002). *Timber as a Building Material - An Environmental Comparison Against Syntetic Building Materials* (Third edition), Australia: NAFI (National Association of Forest Industries Ltd.), 101-103.

Uysal, B. (2001). *Ağaç malzeme ders notları*, Karabük : Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 11-18.



Gazili olmak ayrıcalıktır