

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ



**GELİŞTİRİLMİŞ YENİ BİR PORTATİF SERA SİSTEMİNİN EĞİTİM AMAÇLI
KULLANILMASI**

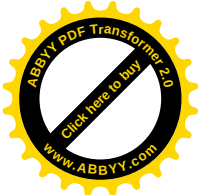
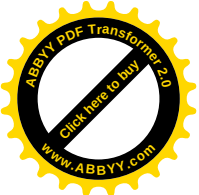
Proje No: FBA-2013-4531

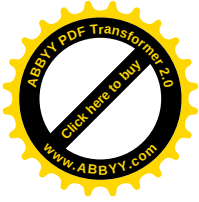
Normal Araştırma Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Cevdet SAĞLAM
SEYRANİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Mayıs 2014
KAYSERİ

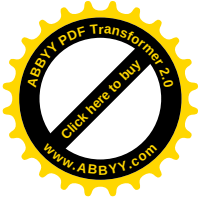




TEŞEKKÜR

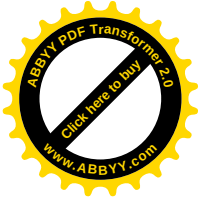
Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP Proje No: FBA-2013-4531) tarafından Normal Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir. Üniversitemiz içerisinde bu proje ile alakadar idari ve ilmi personele destek ve yardımlarından dolayı teşekkürlerimi bildiririm.

Çalışma süresince bilgi ve deneyimleriyle önemli rol alan Prof.Dr.Yahya Güzel'e, plastik malzemelerin üretiminde kullanılan tüm kalıpların imalatında özveri ile çalışan Kuşat Kalıp sahibi İzzet Kuşat'a, Cam-Elyaf çubukların temininde destek olan ESA Kimya çalışanlarına, Polikarbon levha destekçisi Sümer Holding çalışanlarına teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1.GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM	3
1.1. Malzemenin temel özellikleri	3
1.2. Seranın geometrisi	5
2. GENEL BİLGİLER	5
3. GEREÇ VE YÖNTEM	7
3.1 İskelet kurulumu için EYKİ'in tasarımı	7
3.3 ÜPM ve T-tipli bağlantı elemanlarının üretimi	9
4. BULGULAR	11
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	15
6. KAYNAKLAR	16

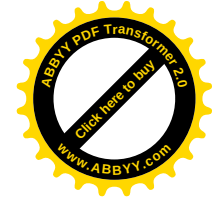
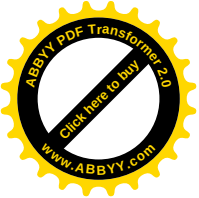


ÖZET:

Bu araştırma, sera olarak kullanılabilen önceden kurularak hazırlanmış EYKİ yapısıyla ilgilidir. Bir çatı topluluğuna sahip EYKİ yapısı, UPM modelinin bir serisinin kesintisiz devam eden dört paralel çubuk arasında düzenlenmesidir. Paralel çubuklardan birisi bir UPM'in köşegen düğümlerinden birinin içinden geçerek ona bağlanır. Böylece her bir UPM modülü dört farklı paralel çubuk arasında bağlantı elemanı olarak görev alır.

Bu çalışmanın esas amacı basit, önceden parçaları hazırlanmış, takılıp-sökülen bir sera yapısını sağlamaktır. Öyle ki; deneyimi olmayan tekil bir şahsa dahi kolayca ve çabukça bir inşayı kurması için fırsat vererek yeni tasarımlı yapısal elemanların bir serisi böyle bir sera içinde çalıştırılır. Bu yeni sera; konstrüksiyon kalitesi, sağlığı ve güvenliği için fevkalade fırsatlar sağlayarak çalışacak olan cazip ve fonksiyonel bir set içinde sergilenebilir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Sera yapıları, İnşa etme, Yapı, Tasarım.



ABSTRACT:

The study concerns a prefabricated building EYKI structure that can be used as greenhouse. The EYKI having a frame assembly is structure in which a series of UPM module is arranged between four continuous parallel chords. One of the parallel chords is connected to a UPM module by passing inside one of its vertex nodes. Thus, each UPM module is a connection member between four distinct parallel chords.

The main object of the study is to provide a simple, prefabricated, portable greenhouse structure, one which employs a series of structural elements of novel design that permits even an inexperienced person to quickly and easily assemble a building. The new greenhouse structure can be displayed in an attractive and functional setting that will work by providing excellent opportunities for constructions quality, health and safety.

Keywords: Greenhouse, Greenhouse structures, Buildings, Construction Design.

1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM

Geliştirdiğimiz Elmas Yapılı Kemer-kiriş İskeleti (EYKİ), Cam-elyaf Takviyeli Polyester (CTP) çubukların Üçgen Piramit Modülün (ÜPM) köşegen uçlarından geçirilmesiyle oluşturan plastik konstrüksiyondur. Plastik bir yapının sağlam olması önemlidir. Bunun yanı sıra estetik, istenilen geometrik yapılara göre tasarımı kolay, portatif, prefabrik oluşu ve pahalı olmayışı önemli bir avantajdır. Bu sistem tarafımızdan geliştirilmiş tamamen yeni bir sera versiyonudur. Geniş alanlara sahip portatif sera imalatını plastik bir malzemeden EYKİ iskeleti ile yapmak projenin amacıdır. Dört paralel CTP çubuğun EYKİ uzunluğu boyunca kesiksiz ve bağlantısız olması sayesinde EYKİ tek parçadan ibaret bir kiriş gibi davranır. EYKİ oluşturulurken dört paralel CTP çubuk üzerinde ÜPM-modelleri yerleştirilerek gerekli olan sıklıkta sabitlenmelidir. EYKİ'in her iki tarafındaki uçları zemine gömülerek tutturulduğu için oluşan tünel şeklindeki kemer yapı (Şekil 1) sayesinde önemli bir mukavemet gücü kazanır [1]. Böylece herhangi bir yerden uygulanan kuvvete karşı mukavemeti çok daha büyük olacaktır.



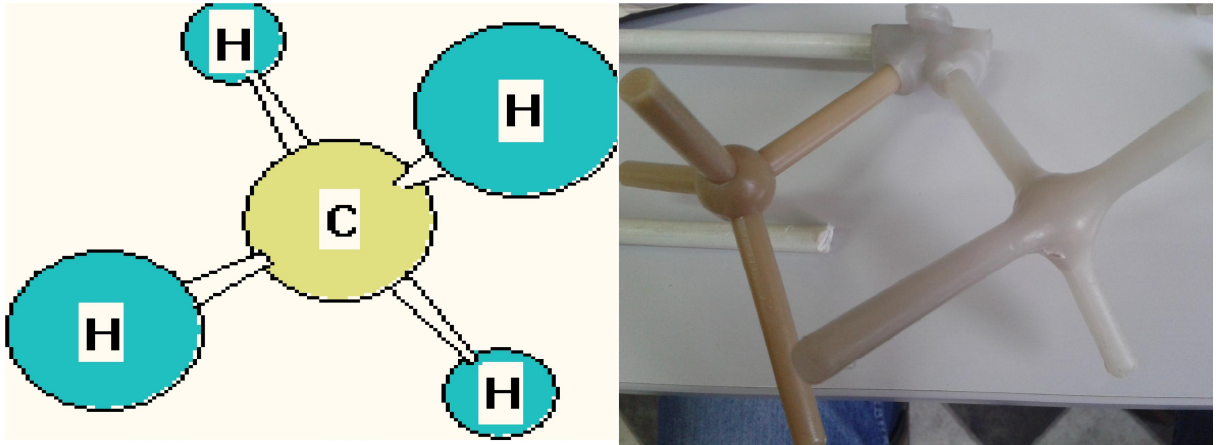
Şekil 1. ÜPM'lerin dört paralel çubuk arasına belirli sıklıklarla yerleştirilmesiyle oluşturulmuş ve uçları sabitlenmiş kemer (tünel) şeklindeki bir EYKİ' ye örnek.

1.1. Malzemenin temel özellikleri:

Bu çalışmanın bilimsel alt yapısı; elmas maddesindeki karbon atomlarının veya metan molekülünün bağlarının yapısı “düzgün dört yüzlü sp^3 ” veya “tetrahedral” olmasına dayanır. (Şekil 2). Bu sp^3 kimyasal yapının dört köşesi, küpün sekiz köşesinden birbirine komşu olmayan dört köşesine karşılık gelir. Böylece bir küpün veya prizmanın içine tam olarak sp^3 model yerleşebilmektedir. Aslında bir kiriş art arda dizilmiş prizmalardan oluşur ve kirişin en

küçük hücre birimi prizmadır. sp^3 kimyasal yapının her birinin hayali prizma hücreleri içinde kullanılıyor olması yeni bir kiriş sistemine ilham kaynağı olmuştur.

ÜPM'lerin sp^3 yapısında x-, y- ve z-koordinatlarının tamamı birlikte çalışır. Yapının her bir elemanı koordinatların değişmesiyle değişir. Bu sayede koordinat sisteminin bir noktasından gelecek olan sıkıştırma, germe veya burkma kuvvetlerini bütün bir sisteme eşit olarak dağıtır ve 3 boyutlu bir dayanıklılık sağlar. Şekil 2 de bir örnek olarak, elmas yapısındaki atomların benzeri olan metan molekülündeki geometrisiyle ÜPM yapısı karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. sp^3 hibrit yapısı ile ÜPM'lerin benzerliği

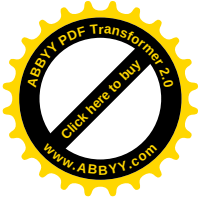
Geometri ve yapısal karakteri sayesinde her bir ÜPM'nin yüzeyine dik olarak gelebilecek güçlerin dağıtımını sağlayan ortak bir bağlantı noktası (C olarak belirtilen) vardır. Kullanılan malzeme tamamen plastik olup belirlenen geometrik şekilde üretimi kolaydır. Bu mevcut yapıya göre plastik malzemelerde mukavemet artırdıkları belgelenmiş olup Y. Güzel'in Kenan Dağ adlı Yüksek Lisans tezinde incelenmiştir [2].

Camelyaf takviyeli plastik (CTP), cam elyafı ile taşıyıcı bir matriks reçinenin birleştirilmesi ile elde edilen kompozit bir malzemedir. Camelyaf takviyeli plastik, ortam koşullarına dayanıklı, esnek ama yeterli mekanik dayanıma sahip olmayan plastik (ör: polyester reçine) ile, yüksek mekanik dayanımlı camelyafının bir araya getirilmesi ile elde edilen üstün nitelikli bir kompozit mühendislik malzemesidir.

ÜPM'in CTP ile birlikte kullanılması ilk kez tarafımızdan gerçekleştirildiği için yapı-konstrüksiyonu olarak özgün bir çalışmayı ileri sürmekteyiz. Hem CTP çubuklarından hem de termo-plastik malzemeden üretilen ÜPM modelinden EYKİ kirişi oluşturulur. EYKİ kiriş yapısı ile seradaki mukavemet aracı olan karkasın ana gövdesini meydana getirir. Daha sonra bu karkas üzerine polikarbon levhalar monte edilir ve sera oluşturulur.

Klasik yük taşıyan kafes kiriş sistemlerinde ağırlıklı olarak galvanizli boru veya metal kökenli malzemelerdir. Sera içerisinde yüksek nem oranı ve sıcaklık göz önüne alındığında, metal kökenli aksamaların korozyona karşı zayıflığı aşîkârdır [3]. EYKİ sistemimizde kullanılan ÜPM ve CTP'nin malzeme özellikleri, bu tip kimyasal deformasyon şartlarına ve doğrudan gelen güneş ışınlarına karşı dayanıklılık göstermektedir.

EYKİ kemerin geometrisi yüzünden mukavemet y- ve z-koordinatlarında çalışarak tek parça kiriş oluşur. CTP çubuklarının esnekliği, y- ve z-koordinatları yönünde eğilmesi ve bu



yönleredeki sıkıştırma, gerilme ve yükleme kuvvetlerine karşı dayanması bu çubukların seçim sebebi olmuştur. Bunların yanı sıra kimyasal korozyon ve boya sorunu oluşturmaması, yüksek nem oranı, sıcaklık ve mikrobiyal faaliyetlere karşı dirençli olması ve hafif olması ayrıca tercih sebebidir.

Kemer geometrisinde tasarlanan bir seranın toprak yüzeyindeki alan miktarı boy ve en miktarlarıdır. Boy miktarı kullanılan EYKİ sayısı ile orantılı olarak değişmesine rağmen en miktarı ev serası için bu mesafe yaklaşık 3-5 m'dir. En miktarı belirlendikten sonra toplam yüksekliğin yaklaşık 3 m olması dikkate alınarak dört adet paralel CTP çubukların boyları hesaplanır. Buna göre 3 m en için yaklaşık 7 m 4 adet CTP çubuk üzerinde ÜPM'ler belirli aralıklarla dizilir. EYKİ'nin oluşturulmasında kullanılacak olan malzemelerin bu tip özellikleri, yüksek bir iş gücü istemeden, sıradan el aletleri ile temel bilgilere sahip olan kişi veya kişiler tarafından kolaylıkla kurulabilme avantajını sağlar.

1.2. Seranın geometrisi:

Çatı tipli seralar hariç diğer seraların cepheden geometrik görünümü yuvarlak kemer şeklindedir. Bu tip seralarda önemli bir avantaj şudur ki; yük taşıyan yapıların birbirleriyle kesintili olarak bağlantı kurmalarına gerek kalmadan süre giden tek parçalı bir yapı oluştururlar [4]. Ayrıca bu yapıda EYKİ boyunca bir uçtan diğer uca kadar polikarbon örtü malzemesiyle bir bağlantı kurulur. Tüm sistemin bu şekilde bir bütün oluşturması ile hem dış ortamdan izolasyonu azami ölçüde sağlanmış hem de sıkıştırma ve gerilme kuvvetlerine karşı mukavemet kazanılmıştır. Bu yüzden çatı geometrisi yuvarlak-kemer tipli olarak tasarlanmıştır. Kar ve yağmur yükünü en aza indirmesi, rüzgâr ve fırtına gibi tahripkar tabiat olaylarına aerodinamik ve entegre yapısı sayesinde mukavemet edebilir [5]. EYKİ üzerindeki bu tercihler, standart sera ve yapı sorunlarının incelenmesi sonucunda belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Sera bitki büyümesini etkileyen çevre faktörlerinin çoğunu kontrol etmek için tasarlanır [6]. Sera yapısının çeşitli tipleri vardır. Bu tipler bitki çevresi üzerinde kontrolün derecesine göre değişiklik göstermektedir. Öyle ki; bitki büyümesini düzenlemekten göreceli fiyata kadar bunlar önem arz eder [7]. Seralar önce tohum geliştirmek sonra da bitki büyütme üzere çiftçiler tarafından sıkça kullanılır. Başarılı olarak bitki büyütme sera yapısındaki iki faktörün seçimine bağlıdır: 1) Büyütme istenilen bitkinin ihtiyaçlarını karşılamak 2) Sağlıklı bitki büyümesinin şartlarını optimize edecek şekilde çevrenin etkin düzenlenmesini sağlamaktır.

Uygulamada genellikle üç tip sera göze çarpar; sırt sırta bağlantılı blok, bağımsız-tünel yapı ve üçgen çatıya sahip kesikli-olukludur. Sırt sırta olanlar boyutlarının büyük olmasından dolayı ticari üretim için kullanılırlar [8]. Küçük aile tipi işletmelerde ise en popüler olanı ev tipi hobi seralardır.

İskelet malzemesinin cinsine göre seralar değişik çeşitlere ayrılır. Bunlar; ahşap iskeletli seralar, demir iskeletli seralar, beton iskeletli seralar, alüminyum iskeletli seralar, suni elyaf iskeletli seralar ve hava şişirmeli seralardır.

Küçük yerleşim yerlerinde serada sebze yetiştiriciliği yapmak için ahşap iskeletin yanı sıra iki seçenek daha vardır. Siyah demir ve siyah boru kullanılarak yapılan seralar ve galvanizli boru ve oluk kullanılarak tesis edilen seralar. Galvanizli olan tesislerin daha uzun ömürlü olduğu belirtilmektedir. Bu iki seçenek arasında % 45 oranında maliyet farkı vardır.

Seranın karkası metal veya ahşap gibi malzemelerden kurulur. Hava üfleli seralar kurulum için kolaydır. Hangi tip seranın faydalı olacağı kararı sahibinin serayı kurduğu zaman ihtiyaçlarını karşılamasıyla ortaya çıkar. Kızıl keresteli ağaç veya dağ selvisi bozulmaya karşı

dirençli olduğundan ağır iklim şartlarında sera için kullanılması tercih edilir. Diğer türlü bakır-naftalinle işlem görmüş çam kullanımı tercih edilir. Basınçla muamele görmüş kereste arsenik bulundurduğundan serada karkas malzemesi olarak kullanmaktan kaçınmak gerekir.

Serayı dış ortamlardan korumak için örtü olarak kullanılan kaplama genellikle cam-elyaf, akrilik, polikarbonat veya polietilen plastiktir. Sera fiyatları kaplama malzemesine ve yapının boyutuna bağlı olarak çok geniş ölçüde değişkendir. Cam-kaplama, metal-karkaslı sera genellikle en pahalı olanlardır. Cam elyaf, akrilik veya polikarbonat gibi diğer kaplamalar orta seviyedir. Son olarak polietilen kaplama ve ahşap karkaslı yapılar en ucuz olanlardır. Isıtma ve havalandırma, özellikle küçük seralarda yapıdan bağımsız bir masraf oluşturacaktır. Cam ağırdır, kuvvetli bir karkas ister, pahalıdır ve kolayca kırılacak malzemedir. Oldukça caziptir ve ışığı tam mükemmel geçirir ancak dolu tipi yağışın zarar verme riskini arttıracak şekilde eğim bulunduran arazilerde kullanılması tavsiye edilmez. Cam-elyaf az kırılğan olması, iyi ışık geçirgenliği ve daha az karkas desteği gerektiğinden dolayı geniş ölçüde kullanılır. Yalnızca sera için yapılmış cam-elyaf kullanılmalıdır. Akrilik oldukça fazla uzun ömürlüdür ve sert plastiktir. Bu tip kaplama en az 15-20 yıl kullanım süresine sahiptir. Çift, tek hatta üç tabaka olan akrilik kaplamalar kullanılabilir. Çift tabakalı olanı kış aylarında ısı kaybını azaltmak için geniş ölçüde kullanılır. Polikarbonat kaplamaların kırılğanlıkları azdır ve dolu yağışı olan problemli yerlerde tavsiye edilir. Bununla beraber polikarbonatlar dolu geçirmez değildir ve dolu taneleri yeteri kadar büyükse zarar görebilir. Üçlü, ikili ve tekli tabaka versiyonları kullanılabilir. Polikarbonat sera kaplamalar 12-15 yıl ve üzerinde ömür sürerler. Polietilen şeffaf plastikler ekonomiktir ve karkas üzerine kolayca örtülür ayrıca bitki büyümesi için ışık geçirgenliği iyidir [4, 10]. Alalede polietilen yapılar, ultraviyole (UV) ışıkla hızlıca kırılır ve her yıl yenilenmelidir. Bu özellikle çok yüksek irtifalarda doğrudur. Özel polietilenler UV inhibe eden kimyasalları bulundurdıklarından kullanılabilir. Bunlar da bir veya iki yıl kadar bir ömre sahiptirler. Polietilen ev seraları etrafında uzun zaman için kullanılamaz. Pek çok sera ısı kaybını azaltmak için çift tabakalı kapamayla korunur. Çift tabaka ışığın geçirgenliğini belli ölçüde hafifçe azaltacaktır fakat diğer taraftan %40 kadar ısı masrafını kesecektir.

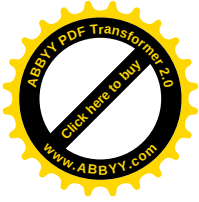
Polietilenin çift tabakaları küçük bir fanla hava üfleyerek ayrılabilir. Hatta plastik köpükler kış aylarında seranın içinde izolasyona yardım için kullanılabilir. Cam veya cam-elyaf seralar boşluklu çift kaplamayla kurulabilir. Onlar dış tabakanın içinde yerleştirilmiş polietilenin bir hattına sahiptir veya çiftli polietilen hava üflemeli kaplama çatının üzerine konabilir. Akrilik ve polikarbonatlar üreticilerden gelen ikili ve üçlü tabakalar içinde kullanılabilir.

Plastik ve sert plastik örtü materyalinin ısı ve ışık geçirgenlikleri, cama göre daha düşüktür. Seracılıkta en fazla kullanılan plastik türü, yumuşak plastiklerdir. Özgül ağırlıklarının az, aşınmaya ve korozyona dayanıklı, maliyeti düşük, kaplanması kolay ve az işçilik gereksinmesi yaygın olarak kullanılmasının önemli nedenlerindendir. Plastikler, statik elektrik yükü ile yüklü olduklarından havadaki tozları kendilerine çeker. Bu tozların yıkanması zordur.

Seracılık işletmesi için sera tipi seçilir, planlanır ve kurulur. Bu araştırmanın temel gerekçeleri olarak şu genel ilkeler göz önüne alınmalıdır;

- a) Seralar, tarım işletmesi içindeki diğer yapılarla estetik bir görünüşte olmalıdır.
- b) Sera, bitki yetişmesine, sağlığına ve verimine en uygun çevre koşullarını sağlayabilmelidir.
- c) Seralar için ayrılan alanın büyüklüğü ve yeri, işletmenin ilerde uygulamayı planladığı seracılığa yeterli ve uygun olmalıdır.
- d) Seranın bölümleri ve kısımları iş gücünün en verimli şekilde kullanılmasını sağlayabilmelidir.
- e) Sera yapı malzemesinin sağlam, dayanıklı ve estetik bir görünüşü olmalıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM



3.1 İskelet kurulumu için EYKİ'in tasarımı:

CTP çubukların ÜPM'nin bağlantı elemanları içerisinde geçirilerek kesintisiz bir doğru üzerinde devam eden düzgün bir giriş halinde EYKİ'nin başlangıçtaki doğrusal yapısı oluşturulur. ÜPM; sp^3 -üçgen piramit yapısında olmakla beraber ayrıca bağlantı elemanlarını da üzerinde bulundurarak tek parça halindedir. ÜPM'deki bağlantı elemanları içerisinde dört adet CTP çubuklarının geçirilir ve ÜPM'lerin çubuklar üzerinde aynı yönde ve aynı mesafede yapıştırılır. Kullanım amacına göre EYKİ'ye istenen geometrik şeklin verilmesi esnek CTP çubukları eğilmesi sayesinde mümkündür. Daha sonra ÜPM'ler CTP çubuklara temas yerlerinden yapıştırılır. Uygun bir kemer giriş yapısını oluşturmak için EYKİ içindeki dört adet CTP çubuktan iç tarafta olan iki adet çubuk (ÜPM lerin çenelerinin olmadığı çubuklar) seranın en mesafesi kadar (yaklaşık 3 m) uzunluktaki iki adet ölçü çubuğun iki adet uçlarıyla 45° veya 90° eğimli T-bağlantı elemanlarıyla birbirine tutturulur. Daha kısa olan iki adet ölçü çubuğu bağlantı sonrasında doğrusal kalabildiği halde uzun olan EYKİ çubukları kavisli olarak kemer şeklini alır. Kemer şeklindeki EYKİ'in polikarbonla temasta olacağı dış tarafında ÜPM'in çeneleri bulunmaktadır ki; H-profil içerisine yerleşen polikarbon ve çene sandviç halinde klipsler ile monte edilebilir. Örtü malzemesi olarak; ışığı kırma indisi daha az olan, hafif ama kırılabilirliği olmayan, ısı ve hava geçirgenliği az olan polikarbon plakaların EYKİ ile birlikte "H-profilleri" içinde "sandviç" şeklinde sağlam bir bütün oluşturarak kullanılması önemli bir başarıdır.

ÜPM'ler CTP çubuklara yapıştırıcıyla sabitlenmeden önce bu çubuklar istenilen geometrik yapıyı almak üzere (tolere edilebilen ölçekte) eğilebilir. Ev serası (en: 3 m y-ekseninde ve yükseklik: 2.25 m z-eksenindedir) EYKİ'nin y-eksenindeki uzunluğu seranın en mesafesini oluşturur. Seranın en ve yükseklik tasarımı dikkate alınarak CTP çubuklar kesilir. EYKİ'nin dış tarafındaki çubuklar polikarbonla tutturulacağı için polikarbonun standart 6 m uzunluğu referans alınması tercih edilir. Buna göre 6 m polikarbonla tutturulan EYKİ'nin her iki ucunda 0.5 m toprağa gömüleceği düşünülürse EYKİ'nin dış taraftaki çubuklarının toplam 7 m uzunluğundaki ölçümü (Şekil 3) anlamlıdır. İç taraftaki çubukların 20 cm daha kısa (6.8 m uzunluğunda) olması kemer yapıdan dolayı iç ve dış taraflardaki farktan kaynaklanır. "Etkin yükseklik" denildiğinde; toprak üzerinden itibaren kemerin tepe noktasındaki iç tarafa kadarki aktif yükseklik mesafe kastedilmektedir. Etkin yükseklik; sera içinde bir cismin hareketine fırsat veren ve toprak üzerinden seraya temas eden maksimum yüksekliktir. "Toplam yükseklik" ise etkin yükseklik ile toprak altında kalan EYKİ'nin gömülü olan yüksekliklerinin toplamıdır ki; bu yükseklik EYKİ'ye geometrik şekli verildikten sonraki iç taraftaki çubukların net yüksekliğidir. Bu yüksekliğin elde edilebilmesi için önce iç taraftaki çubuğun uçlarına bağlanacak olan daha kısa ölçü çubukları sayesinde kemer haline getirilir. ÜPM'ler ile CTP çubukları yapıştırılıp bir gün bekletildikten sonra istenilen geometrik yapıya sahip EYKİ'den bu ölçü çubukları ayrılır. Ölçü çubukları diğer EYKİ'lerde de kullanılırsa aynı geometrik yapıların elde edilmesine ve simetrik çalışılmasına yardımcı olur.



Şekil 3. Dört adet paralel çubuk içerisinde B-ÜPM lerin dizilmesi kemer şeklindeki bir EYKİ ve EYKİ'nin polikarbon ile sandviç şeklinde birleştirilmesi görülmektedir.

EYKİ üzerinde uygun aralıklarla yeterli miktarda ÜPM bağlandığı zaman EYKİ üzerindeki CTP çubuklarının esnekliği ortadan kalkarak sabit, sağlam ve rijit hale gelir. Yeteri sıklıkta ÜPM kullanılmadığında ise CTP çubukların esneklikten dolayı EYKİ üzerine gelen yüklenmeyi tamamen ÜPM'lere aktarır ve kırılmalara sebep olur. ÜPM'ler CTP çubuklara göre daha kuvvetsiz ve esnek değildir. Bu yüzden kırılmanın veya bozulmanın kaynağı sık dizilmemiş ÜPM'ler olabilir. ÜPM'lerin uygun diziliş sıklığı 15-20 cm'dir.

3.2 Seranın kurulumu; EYKİ ve polikarbonları, H-profil aracılığıyla birleştirilip tutturulmasıyla seranın tüm parçaları bir bütün oluşturur. Seranın kurulması sırasında EYKİ üzerindeki ÜPM'nin çenelerinden birini bir taraftaki polikarbon diğerine diğer taraftaki polikarbon geçici olarak koli-bandı ile tutturulur. Bu haldeyken H-profilin her iki tarafındaki oluklar her bir polikarbonu içine alacak şekilde H-profil çakılarak veya itilerek geçirilir. H-profil serbestçe oluk boyunca içerisine polikarbon levhalar varken ileri-geri hareket ettirilir. Polikarbonlar, ÜPM çeneleri ile birlikte H-profil içinde sandviç bir yapıyı oluşturur (Şekil 3). Bu yapı uygun bir matkap ucuyla ÜPM'in çenesinin tam ortasına karşılık gelen yerden delinmiş ve daha sonra "Klips" ile bu üç cisim (polikarbon, H-profil ve ÜPM çeneleri) birbirine sabitlenmiştir. Şekil 4'den de görüldüğü gibi Klips, her bir cismi ayrı-ayrı tutmak için pek çok dişleri olacak şekilde tasarlanmıştır.



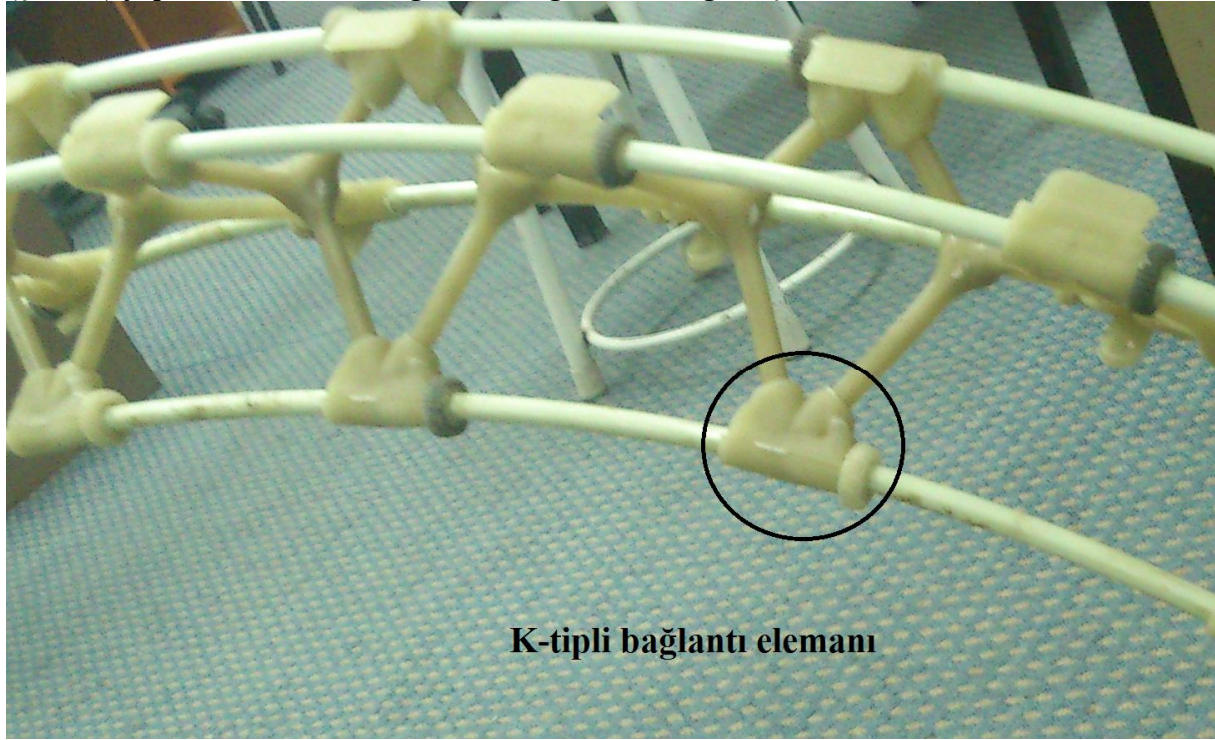
Şekil 4. H-profil ve onun iki tabakası arasında kalan çene ve polikarbonu tutturmak için kullanılan Klips tipi.

Polikarbon ve EYKİ'nin birbirine monte edilmesi EYKİ'nin iki ucu toprağa gömülmeden yapılmalıdır. EYKİ'lere polikarbonlar tutturulup sera şekli oluştuktan sonra yaklaşık 0.5 m derinliğindeki toprağa EYKİ uçları gömülür ve betonla dondurulur. Sisteme sabitlenmiş polikarbonlar sayesinde bütünleşmiş bir iskelet meydana getirilir ki; bu sayede EYKİ'ler daha sağlam ve daha güvenlidir.

EYKİ'nin y-eksenindeki uzunluğu kısa olduğundan (yaklaşık 3 m) seranın en tarafını oluşturur ve bu yönde gelebilecek kuvvetlere karşı kemer şeklindeki yapısından dolayı yeteri kadar mukavemetlidir. Seranın boyunu oluşturan (polikarbonun en mesafesi olan 2.10 m'nin katları) bir yapının mukavemet gücü kiriş şeklinde tasarlanmış "ara bağlantılar" ile sağlanabilir. Ara bağlantılar, polikarbonlar ile birbirine tutturulmuş temel iskelet EYKİ'lerin birini diğerine yeniden sabitleyerek sera yapısının tamamlayıcı bir karkas ağını oluşturulur. Toprak seviyesinden yaklaşık 1.5-2 m yükseklikte bu ara bağlantılar EYKİ'ler arasında kurulur.

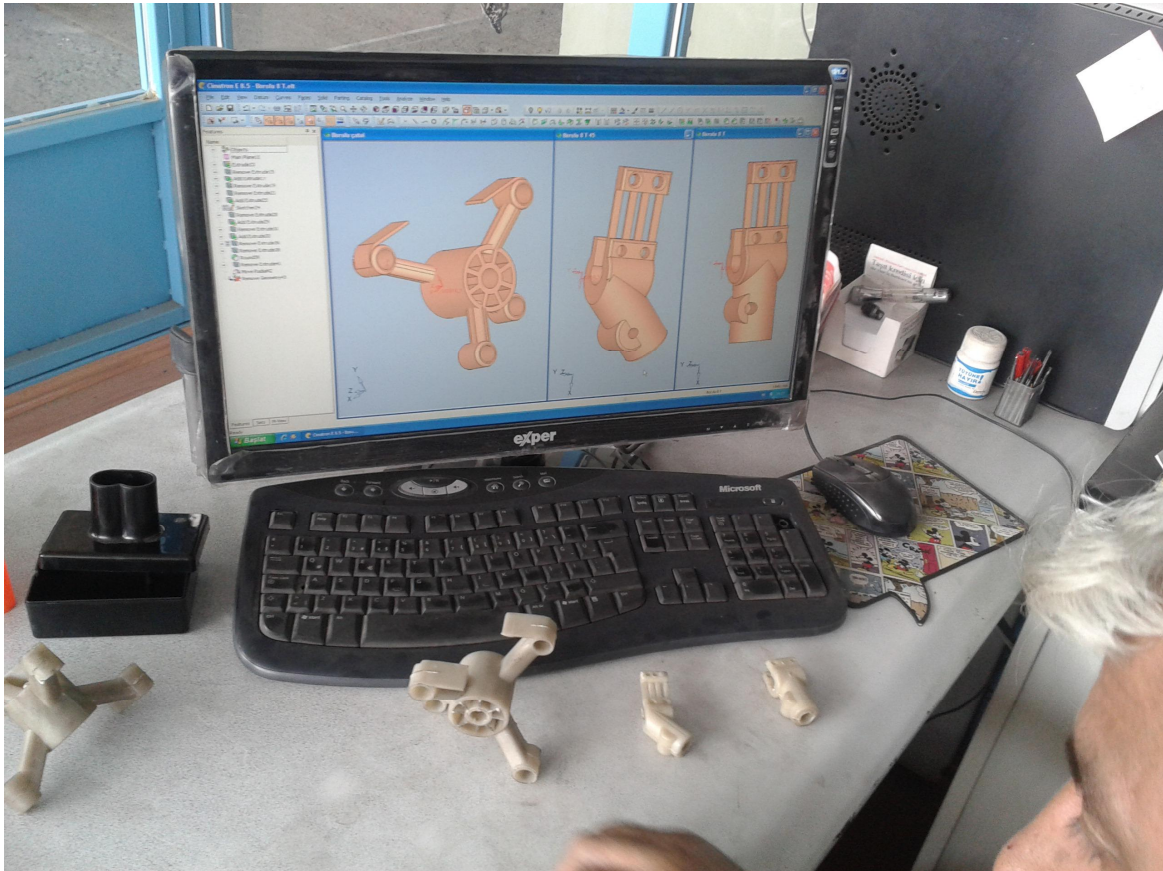
3.3 ÜPM ve T-tipli bağlantı elemanlarının üretimi;

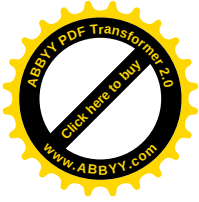
Başlangıçtaki ilk çalışmalarda hem sp^3 hem de K-bağlantı elemanlarının birbirini kilitleyerek ve destekleyerek aynı yapı içinde sabit kalacağı düşünülmüş ancak kurulum sırasındaki hareketler yüzünden iskelet yapı bozulmuştur. Bu yüzden iki malzemenin birleştirilerek tek parça haline sabitlenmesi gereği ortaya çıkmıştır. ÜPM modeli, sp^3 model yapısının ve "K-tipli bağlantı elemanlarının" 5 mm çapında pimler vasıtasıyla birbirine bağlanmasıyla meydana gelmiştir. Diğer taraftan K-tipli bağlantı elemanlarının içerisinde CTP çubukları geçirilerek oluşan ağ (Şekil 5) yapısının da sabit hale getirilmesi gerekli hale gelmiştir.



Şekil 5. sp^3 modele tutturulmuş K-tipli bağlantı elemanı içerisinde CTP çubukları geçirilerek bir ağ oluşturulması.

Bu sp3 ağ yapısını K-elemanları vasıtasıyla CTP'ler üzerinde stabilizasyonunu sağlamak amacı ile somunlar kullanılmıştır. Bunlara rağmen hem pim hem de somun uygulaması sisteme uygulanan kuvvetlere karşı mukavemet gösterememiştir ve bizleri yeni tasarımlara yönlendirmiştir. ÜPM, K-tipi bağlantı elemanı ve sp^3 modelinin tek parça olacağı şeklinde yeniden tasarlanmış ve kalıbı hazırlanmıştır. Bu tasarlanan tek parça ÜPM ismini almıştır Yeni oluşturulan ÜPM'ler bağlantı elemanları ile CTP' lere bağlanmış ve CTP'ler üzerinde doğrusal olarak hareketini kısıtlamak, sabitlemek ve mukavemeti arttırmak için temas yerlerinde pim veya somun yerine bu kez sıvı yapıştırıcıları kullanılmıştır. Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü QSAR laboratuvarında yapılan çalışmalarda, piyasa isimleri ile, solvent bazlı "Bali" (uçucu çözücü-kauçuk) yapıştırıcısı, solvent içermeyen *Siyanokrilat* (Japon yapıştırıcı) ve akrilik yapıştırıcılar denenmiştir. Siyanokrilat ile en iyi sonuçlar alındığı için ÜPM ve CTP bağlantılarında bu yapıştırıcının kullanılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda CTP çubukları üzerinde ÜPM'lerin stabilizasyonu sağlandığı halde bu kezde ÜPM'nin tam merkezinde mukavemet zafiyeti gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak; a) ÜPM'deki ağ elemanlarının uzun olması ve yeteri kadar kalın olmaması b) %20 cam elyafli polipropilen malzemenin yumuşak ve esnek olması c) ÜPM merkezindeki geometrik yapının yeteri kadar kalın olmaması gösterilebilir. Çözüm için; a) daha kısa ve kalın ağ elemanı, b) daha sert ve sağlam olan %20 cam elyafli naylon-6 malzemesinin seçimi ve c) ÜPM merkezinde CTP çubuklara paralel olacak şekilde daha kalın boru yapısı tasarlanmıştır (Şekil 6). CIMATRON adlı 3D tasarım ve grafik programı yardımıyla ÜPM yapısı sanal ortamda çizilerek CNC' ye aktarımı sağlanmaktadır.





Şekil 6. ÜPM ve açık tipli T-bağlantı elemanları sanal ortamda çizilerek CNC' ye aktarımı ve sıcak kalıpta üretilmiş hali.

EYKİ'lerin birbirine bağlanmasını veya onlar üzerinde başka kirişlerin bağlanmasını sağlayan “açık tipli T-bağlantı elemanları” karkas ağının tamamlanmasında önemli role sahiptir (Şekil 6). Açık tipli T-bağlantı elemanlarının istenilen yerde CTP çubuklarının birbirine birleştirmesini sağlar. Daha önceki tecrübeler göstermiştir ki; açık tipte olmayan T-bağlantı elemanları EYKİ kirişi oluşturulurken uygun yerine zamanında yerleştirilmediğinde pek çok problemin kaynağı olmuştur. Ancak açık tipli sistemde söz konusu uygun yere T-bağlantı elemanı istenildiği zaman bağlanabilir ki; bu da plan üzerinde çalışma serbestisi kazandırmıştır.

Hem ÜPM hem de T-bağlantı elemanlarının üretilmesinde “sıcak kalıplama” olarak bilinen sistem kullanılmıştır. Bu sistemde üretilcek malzemeler için kalıplar CNC tezgâhında hazırlanmış, sıcak kalıp enjeksiyon yöntemiyle çalışacak şekilde tasarlanmış ve üretilmiştir. Boru tipli ÜPM ve açık tipli T-bağlantı elemanları kullanılarak başarılı bir şekilde EYKİ oluşturulmuştur.

Tasarlanan seraya ait diğer tamamlayıcı malzemelerden en çok kullanılan; polikarbonat ve CTP çubuklar piyasadan temin edilmiştir. Bu malzemelerin teknik özelliklerinin genelde bilinmesinden, yaygın kullanılıyor olmasından ve hazır malzeme olmasından dolayı detaylı bilgileri burada ayrıca verilmemiştir. Kullanılan CTP çubuklar 12 mm olup dış kısmı polietilen kaplıdır. Polikarbonat plakalar 210 cm en ve 600 cm boylarında olup 8 mm kalınlığındadır ve dış cephesi UV katkılı olarak güneş ışıklarına karşı korunma özelliğindedir.

4. BULGULAR

Kentsel yaşam tarzının yaygınlaşmasıyla insanların doğal hayata olan özleminin artması, tarımsal üretim alanlarında kimyasal maddeler yüzünden tüketici nezdinde ürünlerin güvensizlik doğurması ve bireysel üretime teşvik etmesi gibi sebepler her boyutta arazi üzerine kolay kurulabilecek, portatif, düşük maliyetli, her türlü çevre koşuluna mukavemet gösterecek bir serayı temel ihtiyaç haline getirmiştir. Bu amaçla EYKİ sisteminin bir örneği geçici bir süreliğine Erciyes Üniversitesi Yenidoğan Lojmanları içerisinde bulunan hobi bahçelerinden birine ilk deneme “Sandık tipi sera” ismiyle sp^3 yapısında model ve K-tipli bağlantı elemanı CTP çubuklara pimle tutturularak kurulmuştur (Şekil 7). Bu durum başkaları için de küçük ölçekte bir sera ile üretim yapılabileceğini gösterir bir örnek olmuştur.



Şekil 7. Sandık tipli sera.

2013 yılının baharında, Kayseri-Hisarcık yolu üzerinde bulunan bir peyzaj firmasına, gölgeleme ve koruma amacıyla bir örnek, bağlantı elemanı ve sp^3 modelinin tek parça olduğu ÜPM'nin CTP çubuklara yapıştırıcı ile tutturularak kurulmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Momentin maksimum olacağı bir noktadan kuvvet uygulanarak EYKİ 'nin gölgeleme sisteminde test edilmesi.

Ayrıca çalışmalar sırasında geliştirilen “Araba Siperi” olarak kullanılan diğer bir konstrüksiyon da Üniversitemizin ısı terminalindeki araç park yerinde tek parça ÜPM’nin yapıştırıcı kullanarak yapılmıştır (Şekil 9). Bu son iki ürün üzerinden bir yıl geçmesine ve bölgenin şiddetli rüzgâr alan bir yer olmasına rağmen hala kurulduğu gün ki gibi sağlam bir şekilde durmaktadır.



Şekil 9. ÜPM'lerin kullanıldığı EYKİ sistemi ile yapılmış diğer bir ürün araba siperi.

EYKİ sistemi polikarbon ile birlikte kullanıldığında bir bütün olarak hareket edebilmekte ve bu sayede yeterli mukavemeti gösterebilmektedir. Bu özelliği ile belirlenen amaçlar için tatminkar mukavemet gösterse de EYKİ'nin tek başına kullanılmasında üzerine ciddi kuvvet uygulandığında ÜPM'lerde kırılmalar meydana gelmiştir. Buna sebep olarak CTP çubukların çok sağlamlığına rağmen esnek olmaları daha rijit olan ÜPM'lerin (Şekil 9) zaman zaman kırılmasına yol açtığı gösterilebilir. Ayrıca ÜPM üzerindeki dört üyenin uzun ve ince olmaları ve merkez noktasının esnek ve yeteri kalınlıkta olmamaları ve kullanılan kimyasal hammaddenin yetersizlikleri yine kırılabilirliğine yol açmıştır. Bunun üzerine aşağıda belirtilen üç ayrı gelişmeyle kırılmaların önüne geçilmiştir. 1) "Boru tipli ÜPM" (B-ÜPM) adıyla merkezinde bir boru 2) boruya bağlı daha kısa ve daha kalın ağ üyeleri (Şekil 6) 3) Kimyasal olarak daha dayanıklı, daha sert ve daha rijit olan %20 cam-elyafı naylon-6'nın %20 cam-elyafı polipropilen yerine kullanılmasıyla yeni bir model tasarlanmıştır.

Ayrıca çıplak elle CTP çubuklarının cam elyaflarına temasta kaşıntılara yol açmasından dolayı onun yerine Polietilen kaplı CTP (P-CTP) çubukların kullanımı tercih edilmiştir. Daha önce kullanılan CTP çubukların çapları 8 mm olmasına karşılık daha sağlam bir yapı düşüncesiyle 8 mm çaplı CTP'nin üzeri polietilen ile kaplanarak 11.5 mm lik bir çapa ulaşmış P-CTP çubuklar kullanılmıştır. P-CTP çubuğun çapına uygun olarak B-ÜPM'lerinde çubuk çapları yaklaşık 12 mm ve merkez bağlantı noktası da boru tipinde (borunun en iç kısmına ait çap 12 mm) olarak üretilmiştir. ÜPM'deki bu tasarruf onu kat kat sağlam bir yapıya ulaştırmıştır. Sonuç olarak sera kurulmasında tasarlanan B-ÜPM'e ait pek çok mukavemet eksiklikleri giderilmiştir. B-ÜPM'lerin kendisinde ara doku olarak kullanılan EYKİ yapısı istenildiği şekilde öz güvenle çalışır hale getirilmiştir. B-ÜPM ve P-CTP'ler kullanılarak hazırlanan EYKİ vasıtasıyla kurulmuş bir sera Şekil 10'da görülmektedir. B-ÜPM'lerin hammaddeleri olarak %20 cam-elyafı polietilen, %21 cam elyafı Naylon-6, poliasetal ve polikarbonat kullanılmıştır. Daha az esnek ve sağlam malzeme olan Naylon 6 kullanımı tercih edilmiştir.

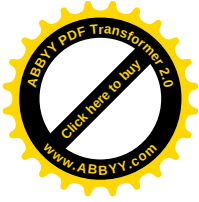


Şekil 10 B-ÜPM ve P-CTP'ler kullanılarak kurulmuş bir sera.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

ÜPM ve CTP çubuklardan oluşan EYKİ inşa sistemi; hafif kütleli, minimum madde kullanımlı, plastik malzemeli ve düşük fiyatlı olmasının yanı sıra iskeletin; portatif, korozyona dayanıklı, gram kütle başına mukavemeti oldukça fazla, kurulum ve işletimi kolay, estetik bir yapıya sahip, boyama istemeyen ve antimikrobiyal gibi üstün özellikli olarak üretilmiştir. Ayrıca kullanıcıların istedikleri boyutlarda ve şekillerde değişik amaçlar için EYKİ ile kolayca sera kurulumu sağlanmıştır.

Bu çalışma daha önceki tasarlanan seralardan hiç birini taklit etmeyerek kimyadaki geometrik yapılardan sp^3 hibrit orbital yapısına göre tasarlanmıştır. Yapısı, geometrisi, tasarımı, malzemesi ve kurulumu ilktir ve özgündür. Gelecekte pek çok benzer çalışmalara ışık tutacağı açıktır. Bu özelliği ile inovasyon ve klavuz olabilecek lider bir çalışmadır. En önemlisi de çalışma bir iddia ve hipotezde kalmayıp başlangıçta ileri sürülen hedefe adım-adım ulaşmıştır. En başta sp^3 yapısına dayanarak geliştirilen B-ÜPM'in kolay bir şekilde uygulanabilmesi ve daha sonra P-CTP çubukların sera yapı malzemesi olarak EYKİ içinde kullanılabilmesi çok büyük bir başarı olmuştur. En baştan en sona kadar her şeyin uyumlu bir şekilde sonuç ürün olan seranın başarılı olarak kurulması bu proje kapsamında gerçekleşmiştir.



Projenin daha ileri safhası “kendi seranı kendin kur” sloganını hedeflemektedir. Buna göre bir öğrenci veya bilinçli bir çiftçi görgü, algı ve eğitimi ölçeğinde EYKİ kırımlarını oluşturabilecek ve serasını istediğı boyutlarda kurabilecektir. Bunun için uygulama adımları ve yapı kurma yöntemi şekillerle kısaca tanıtılacaktır. Basit bir anlayış sahibi olan işletmeci sadece şekillere bakarak ve herhangi bir teknik destek almadan kendi serasını kurabilecektir.

Proje kapsamında yapılmış olan serada EYKİ'nin sadece dış cephesine polikarbon tutturulmuş olmasına karşılık yeni çalışmalarda iç ve dış iki tarafta polikarbon levhaların tutturulması hedeflenmiştir. Böylece iç ve dış ortamlar arasında üç ayrı boşluk tabakası meydana getirilmesi EYKİ sistemiyle mümkündür. Burada iki adet boşluk iki polikarbon levha ile oluşurken üçüncü bir boşluk ise bu iki levha arasında yer alır. Bu durum ağır kış şartlarında da ısı yalıtımı sağlar. Sera için bu durumun uygulanabilmesi yeni ve özgün bir yapı özelliğı taşımaktadır. İç ve dış her iki taraflarda polikarbon tabakalar kullanarak oluşan üç ayrı yalıtkan boşluğu sayesinde büyük bir ısı tasarrufu sağlanır. Bu sayede ağır kış şartlarında bile sera veya başka amaçlı kapalı alanlara (konaklama, mantar yetiştiriciliğı vs gibi) ait çok önemli bir uygulama olacaktır.

6. KAYNAKLAR (*İnternet üzerinde*)

- [1] [University of Tennessee: Hobby Greenhouses in Tennessee](#)
- [2] [Erciyes Üniversitesi: CAM-ELYAF TAKVİYELİ POLYESTERLER \(CTP\)ÜÇGEN PRAMİT MODÜLÜNDE UZAY ÇATI SİSTEMİ \(Kayseri 2012\)](#)
- [3] [University of Vermont: Construction Tips](#)
- [4] [University of Kentucky College of Agriculture: Greenhouses and Similar Structures](#)
- [5] [Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi: Sera Yapım Tekniğı, \(Bursa 1990\)](#)
- [6] [Milli Eğitim Bakanlığı Sera Yapım Tekniğı \(MESLEK EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ BAHÇECİLİK, 2007\)](#)
- [7] [Starting a Greenhouse Business \(Part 1\): Some Basic Questions \(Arkansas, 2004\)](#)
- [8] [Texas Greenhouse Management Handbook: Greenhouse Structures \(Texas A&M\)](#)
- [9] [High Tunnels \(Pennsylvania State University\)](#)
- [10] [University of Kentucky College of Agriculture: The Invention of Plastic Greenhouses at the University of Kentucky 1948 to 1955](#)