



AR-GE VE
İNOVASYON
ZİRVESİ

17
KASIM
2023

Fenerbahçe Üniversitesi



Altın Sponsorlar

BAŞOĞLU
Kable ve Fihri Servis TİC. A.Ş.

elekse
ELEKTRONİK PARA A.Ş.

ELF
BİZEK PREPARATİ

AR-GE & İNOVASYON ZİRVESİ

Gelecek Ar-Ge ve İnovasyonla Şekillenecek!

Ana Sponsor

DFDS

Gümüş Sponsorlar

ALMILAR
BİYAY GIDA VE İÇİCİLER

killim

QMS

RASYTEK
Teknoloji İnovasyon

KERAMİK

Onka

İş Birliği

100
FBÜ FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

IQ & PARTNERS

BusinessWorld
GLOBAL





AR-GE & İNOVASYON ZİRVESİ

Fenerbahçe Üniversitesi, Bussiness World Global ve IQ Partners Teknoloji, Eğitim ve Ar-Ge Danışmanlık Anonim Şirketi'nin iş birliği ile 17 Kasım 2023 tarihinde Fenerbahçe Üniversitesi'nin ev sahipliğinde düzenlenen "Ar-Ge & İnovasyon Zirvesi"nde sizleri ağırlamaktan büyük onur duyduğumuzu ifade etmek isteriz. İlgili Zirve sektöründe lider iş insanları ile alanında uzman akademisyenlerin katılımı ile gerçekleştirilmiştir.

"Ar-Ge & İnovasyon Zirvesi" ArGe'den İlaça, Yazılımdan Ürüne, Patentten Ürüne ve Ar-Ge'den İhracata başlıklı dört panelden oluşmaktadır ve ilgili panellerde sektöründe lider ve alanında yetkin konuşmacılar tarafından sunumlar yapılmıştır. Zirve programında sözlü sunum oturumları arasında verilen süreler içerisinde poster sunumlarına yer verilmiştir. Poster sunumları devam ederken firmalar için kurulan standlarda tanıtım ve iş birlikleri konusunda görüşmeler sağlama imkânı olmuştur.

Saygılarımızla,

Fenerbahçe Üniversitesi, Bussiness World Global ve IQ Partners Teknoloji, Eğitim ve Ar-Ge Danışmanlık Anonim Şirketi iş birliği kapsamında Zirve Kurulu adına;

Prof. Dr. Ş. Güniz KÜÇÜKGÜZEL

Zirve Başkanı



Onursal Başkan

Prof. Dr. M. Emin ARAT, Fenerbahçe Üniversitesi Rektörü,

Düzenleme Kurulu

- Prof. Dr. Ş. Güniz Küçükgülzel – Fenerbahçe Üniversitesi Rektör Yardımcısı
- Dr. Ferkan Çelik – IQ & Partners Tek. Eğit. ve Ar-G Danışmanlık A.Ş. / Yönetim Kurulu Başkanı
- Dr. Halime Koç Gür – IQ & Partners Tek. Eğit. ve Ar-Ge Danışmanlık A.Ş. / Genel Müdür
- Efe Gökçe – Eko Yayın Grubu / CEO
- Dr. Öğr. Üyesi Rifat Benveniste – Fenerbahçe Üniversitesi / İnovasyon ve Teknoloji Uygulama Araştırma Merkezi Müdürü

Bilim Kurulu

- Dr. Öğretim Üyesi Vecdi Emre Levent – Fenerbahçe Üniversitesi / Öğretim Üyesi
- Dr. Öğretim Üyesi Zehra Deniz Turhan – Fenerbahçe Üniversitesi / Öğretim Üyesi
- Dr. Öğretim Üyesi Ömer Özgür Bozkurt – Fenerbahçe Üniversitesi / Öğretim Üyesi
- Dr. Öğretim Üyesi Elif Çaloğlu Büyükselçuk – Fenerbahçe Üniversitesi / Dekan Yardımcısı / Bölüm Başkanı
- Prof. Dr. İlkay Küçükgülzel – Fenerbahçe Üniversitesi / Farmasötik Kimya A.B.D (İngilizce)
- Dr. Öğr. Üyesi Murat Zor – Fenerbahçe Üniversitesi / Farmakognozi A.B.D Başkanı
- Prof. Dr. Türkan Yurdun – Fenerbahçe Üniversitesi / Farmasötik Toksikoloji A.B.D Başkanı



AR-GE VE
İNOVASYON
ZİRVESİ

17
KASIM
2023

Fenerbahçe Üniversitesi



Zirve Sponsorları

Ana Sponsor



Gold Sponsorlar



Silver Sponsorlar





Zirve Programı

09:00 - 09:30 **Kayıt**

09:30- 10:00 **Açılış Konuşmaları**

Prof. Dr. Şahamet BÜLBÜL - Fenerbahçe Üniversitesi Rektör Yardımcısı
Fuat Pamukçu - DFDS Denizcilik ve Taşımacılık A.Ş. / Yönetim Kurulu Üyesi
Haldun PAK - Rasyotek İnsan Kaynakları Bilişim A.Ş. / Yönetim Kurulu Başkanı

10:00- 11:30 **Oturum / Ar-Ge'den İlaça**

Moderatör:

Prof. Dr. Ş. Güniz Küçükgül - Fenerbahçe Üniversitesi / Rektör Yardımcısı

Konuşmacılar:

Dr. Levent Kandemir - Polifarma İlaç Sanayi A.Ş. / Ar-Ge Müdürü
Recep Avcı - Berko İlaç Sanayi A.Ş. / Ar-Ge Direktörü
Dr. Hasan Ersin Zeytin - Cinnagen İlaç Sanayi ve Tic A.Ş. / CEO
Dr. Mevlüt Büyükhelvacıgil - Zade Vital / CEO
Dr. Aslı Elif Tanuğur Samancı - BEE'O Propolis / CEO

11:30- 11:45 **Kahve Arası**

11:45- 13:15 **2. Oturum / Yazılımdan Ürüne**

Moderatör:

Haldun Pak - Rasyotek İnsan Kaynakları Bilişim A.Ş. / Yönetim Kurulu Başkanı

Konuşmacılar:

Kenan Güvenç - Elekse Elektronik Para ve Ödeme Kuruluşu A.Ş. / Yönetim Kurulu Başkanı
Burak Karaca - Onka Elektrik A.Ş. / Satış Kanalları ve Dijital Dönüşüm Direktörü
Yusuf Kotan - BTech Innovation / Genel Müdür
Prof. Dr. Ali Serhan Koyuncugil - BİB Yazılım Savunma Enerji A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı /
Yapay Zeka Derneği Başkanı

13:15- 14:00 **Yemek Arası**

14:00- 15:30 **3. Oturum / Patentten Ürüne**

Moderatör:

Dr. Ferkan Çelik - IQ & Partners Tek. Eğit. ve Ar-GE Danışmanlık A.Ş. / Yönetim Kurulu Başkanı

Konuşmacılar:

Taner Kefeli - Elf Beton Yapı Elemanları A.Ş. / Ar-Ge Merkezi Müdürü



AR-GE VE
İNOVASYON
ZİRVESİ

17
KASIM
2023

Fenerbahçe Üniversitesi



Tolga Başoğlu- Başoğlu Kablo ve Profil Sanayi ve Tic. A.Ş. / Genel Müdür
Prof. Dr. Alper Alkan - ProimTech A.Ş. / Yönetim Kurulu Başkanı
Merve Söyleyici - European Patent Attorney / Avrupa Patent Vekili

15:30- 15:45 Kahve Arası

15:45- 17:15 **4. Oturum / Ar-Ge'den İhracata**

Moderatör:

Dr. Hakan Çınar - CEO-Akademisyen-Dünya Gazetesi Köşe Yazarı

Konuşmacılar:

Cihat Şahin - Kilim Mobilya A.Ş. / Genel Müdür

Ali Çataloğlu - Almila Mobilya / Yönetim Kurulu Üyesi

Gökhan Türkeş Öngel - Royal Şirketler Grubu / Yönetim Kurulu Başkanı

Mehmet Kahraman - OMS Makine / Genel Müdür

Dr. Burcu Akyıldız Nalbantoğlu - Keramik Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş. / Genel Müdür Yardımcısı



KIRLANGIÇ ANAHTARI VASITASIYLA BİRLEŞTİRİLMİŞ MOBİLYA KÖŞE NOKTASININ BASMA VE ÇEKME DAYANIMININ BELİRLENMESİ

Emine ERİKLİ¹

¹ Almila Mobilya AŞ, Tasarım Merkezi, 38070 Kayseri.

(e-posta :emine.erikli@almila.com.tr)

GİRİŞ

Mobilya tasarımında tüketici tercihleri göz önünde bulundurulduğunda; fonksiyon, teknoloji, özgünlük, maliyet ve estetik kavramlarının önemi ortaya çıkmaktadır. Bunların yanı sıra mobilyanın kullanım ömrü de tüketicilerin tercihini etkileyen önemli bir rol oynamaktadır. Mobilyanın kullanım ömrünü belirleyen olgulardan biri ise montajında kullanılan bağlantı elemanları ve uygulanan bağlantı şeklidir [1].

Mobilya ve iç mimari yapı elemanları üretiminde tercih edilen malzemeler genellikle ağaçtan elde edilmektedir. Üretilen mobilyanın kalitesi ve sağlamlığı ise parçalarını birleştirme özellikleri ile ilişkilidir. Ahşap kompozitler için uygun, hızlı, sağlam ve ucuz birleştirme yöntemine ihtiyaç duyan mobilya endüstrisine farklı birleşim türleri sunulmuştur. Bununla birlikte mobilya parçalarının birleştirilmesinde uygulanacak farklı teknikler sayesinde mobilyaya yeni fonksiyonlar dahil edilebilmektedir [2]. Bu kapsamda çeşitli bağlantı elemanları geliştirilmiştir. Genellikle ağaç malzeme kullanılarak oluşturulan mobilya doğal bir esneklik ve mukavemet gücü sayesinde fazladan bir bağlantı elemanı kullanılmadan gerçekleştirilebilmektedir. Fakat bazı durumlarda mobilya parçasının en dayanıksız bölümü olduğu bilinen köşe birleştirmelerinin mukavemetini artırmak için çeşitli birleştirme tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Bu birleştirme tekniklerinde sağlamlığı daha da artırmak adına tutkal uygulaması da yapılmaktadır [3]. Birleştirme tekniğinin seçiminde dikkat edilen hususlar; üretimi sırasında kullanılacak makinede kolay ve kısa sürede işlenmesi, hızlı bir şekilde birleştirilebilmesi, malzemenin birleştirme sırasında en az zararı alması ve kullanılacak malzemenin mukavemetinin yüksek olması şeklindedir [4].

Mobilya ve ağaç yapı elemanlarının gerek dayanımında gerekse görünüş özelliklerinde önemli bir faktör olarak birleştirme şekilleri, kullanım yeri ve işlevlerine göre çok çeşitlilik göstermektedir [2]. Köşe birleştirmeler arasında kırlangıç kuyruğu birleştirme, iki parçanın birbirine kırlangıç kuyruğu dişlerle geçerek bir köşe oluşturacak şekilde birleştirilmesiyle oluşmasından dolayı sağlam bir yöntem olmakla birlikte estetik bir görüntü oluşturmaktadır. Bu nedenle, yapım süreci diğerlerine göre zaman almasına rağmen, masif tabla köşe birleştirmelerde sıklıkla tercih edilen birleştirme yöntemidir. Köşe birleşmelerinde açma ya da tablalarda kamburlaşma oluşmamaktadır. İlaveten, birleşme bölgelerine tutkal uygulaması yapıldığında açılması daha da zorlaşmaktadır [5].



Mobilyaların çerçeveli yapıya sahip olmasından kaynaklı, yapımında köşeleri birleştirmede kullanılan köşeli ve alınlı birleştirmeler gibi çeşitli köşe birleştirme türleri vardır. Bunların arasında gönyeli köşe birleşimlerinde en popüler olanı kırılmaç kuyruğu anahtarlarıyla yapılan birleşimlerdir. Bu bağlantılar mutfak dolabı yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır [6]. Kırılmaç kuyruğu dişli köşe birleştirme aparatlarının yapımında genellikle masif ahşap ürünleri kullanılmakla beraber plastik malzeme de tercih edilmektedir [5]. Piyasada mobilya üretiminde birçok çeşit birleştirme elemanı bulunmasına rağmen en yaygın kullanılanı kırılmaç kuyruğunu andıran plastik kırılmaç anahtarlardır. Sıklıkla kullanılmasına rağmen plastik kırılmaç bağlantıların en temel sorunu mobilya aksamı üzerine köşelere yuva açılması aşamasında yuva kenarlarında ahşap malzemenin hasar görmesidir. Bu hasar, plastik kırılmaç anahtarın yerine montajının ardından kötü bir görünüme sebep olmaktadır. Mevcuttaki plastik kırılmaç anahtarlar bu sorun nedeniyle mobilya üretiminde daha az tercih edilmektedir. Bunun yerine genellikle farklı birleştirme metotları kullanılmakta ya da yalnızca tutkal uygulanması gerçekleştirilerek mobilyanın uzun ömürlü dayanımından ödün verilmektedir.

Birleştirme elemanlarındaki ve köşe birleşim yerlerindeki aşırı derecedeki yüklemeler, mekanik zorlamalar, kırılma, yarıma gibi deformasyonlara karşı dayanımı az olan ahşap malzemeler için sorun teşkil etmektedir. Bunun yanı sıra kullanılan yabancı bağlantı elemanları mobilya yüzeyinde göze hoş gelmeyen estetik bozukluklar doğurmakta ve boya, cila, vernik gibi üst katmandaki malzemelerin hasar almasına sebep olmaktadır [1].

Mobilya ürünleri (çekmeceler, raflar, arka paneller vb.), farklı kullanımları nedeniyle değişen dış kuvvetlere maruz kalmakta ve bu dış kuvvetler, panellerin veya mobilyanın birleşim yerlerinde basınç ve gerilme etkileri oluşturmaktadır. Kuvvet türüne göre, birleşim yerlerinde aralıklar, eğilme, çatlama, burulma ve kırılma (elastik veya plastik) şeklinde deformasyonlar meydana gelebilmektedir. Bu olası sorunları tanımlamak ve ele almak için çeşitli mekanik testler ve analizler yapılmaktadır [7]. Bununla birlikte bu tür olumsuz durumların üstesinden gelmek için; mobilya yapım teknikleri, malzeme ve yardımcı malzemelere ait özelliklerin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi üzerine araştırmaların yapılması gerekmektedir. Tasarımda yapılacak geliştirmeler kullanılacak malzeme ve maliyet açısından önemlidir [8].

Bu sebeplerden yola çıkılarak, Almila Mobilya bünyesinde köşe birleştirmelerinin mukavemetini artırmaya yönelik kırılmaç anahtarıyla birleştirme yönteminde kullanılan bağlantı elemanında yenilikçi bir bakış açısı sağlanarak tasarımında geliştirmeler yapılmıştır. Tasarımdaki köşe birleştirme aparatı en az bir kapak ve kapak ile yekpare olarak üretilmiş olan erkek kırılmaç kısımdan oluşmaktadır. Bu aparat, köşeleri birleştirilecek olan mobilya parçası ile diğer birleştirilen mobilya parçasının birleşim yüzeylerine açılarak oluşturulan kırılmaç yuvaya oturtulmaktadır. Köşe birleştirme aparatının montajından önce birleşim yüzeyine tutkal uygulanmakta daha sonra köşe birleştirme aparatının montajı gerçekleştirilmektedir. Yuvaya oturtulan köşe birleştirme aparatının erkek kırılmaç kısmı oyuğa tamamen oturmakta ve kapak kısmı mobilya parçasının yüzeyinde kalmaktadır. Bu sayede mobilya parçasının üzerinde açılmış olan yuvanın kenarlarında oluşabilecek hasar, kırılma, ezilme gibi estetik bütünlüğü bozan görüntülerin gizlenebilmesi sağlanmıştır.



Çalışmamız kapsamında ayrıca yeni tasarım plastik kırılma birleştirme aparatının köşe birleşim noktalarının mukavemeti üzerindeki etkileri bilgisayar ortamında analiz edilerek tespit edilmiştir. Doğrudan kalitesiyle ilişkili olmasından dolayı mobilyanın dayanımının tespit edilmesi önemli bir konudur [9]. Prototip üretimi aşamasındaki olası sorunlara karşı mobilyanın dayanıklılığı tasarım aşamasında değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmeyi yaparken dolap mobilyalarının kalitesinde ele alınan kriterlerden biri de sertlik değeridir [10,11]. Sertlik değeri, uygulanan kuvvetin yönü boyunca eğilim değeri veya birleşim elemanlarının kolları arasındaki açının değer değişimi temel alınarak değerlendirilebilmektedir [12]. Sayısal modelleme, birleşim sertlik katsayılarının belirlenmesini veya birbirleriyle temas halinde olan elastik cisimlerin gerçekçi modellemesini gerektirmektedir. Sayısal modellemeyi sağlayan fizik tabanlı simülasyonlar yardımıyla mekanik tasarım bileşenleri test edilerek oluşabilecek tasarıma yönelik hatalar azaltılabilmektedir. Ayrıca, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ile edilen sistemlerin katı modeli üzerinden performans ve güvenilirlik analizi çalışmaları yapılabilmektedir [13]. Bu doğrultuda çalışmamızda, mobilyanın dayanımı bilgisayar ortamında analiz edilerek prototip aşamasına geçmeden olası problemler tespit edilmiştir. Analiz yöntemi olarak ise Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanılmıştır. Tasarımı Solidworks üzerinden yapılan flanşlı kırılma anahtar tasarımının dayanımı Solidworks 2018 Simulation aracılığıyla koşulların simüle edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda ise mobilyanın köşe noktasına basma kuvveti uygulandığında oluşan gerilimlerin ve yer değiştirmenin çekme kuvveti uygulandığı duruma göre daha fazla olduğu saptanmıştır.

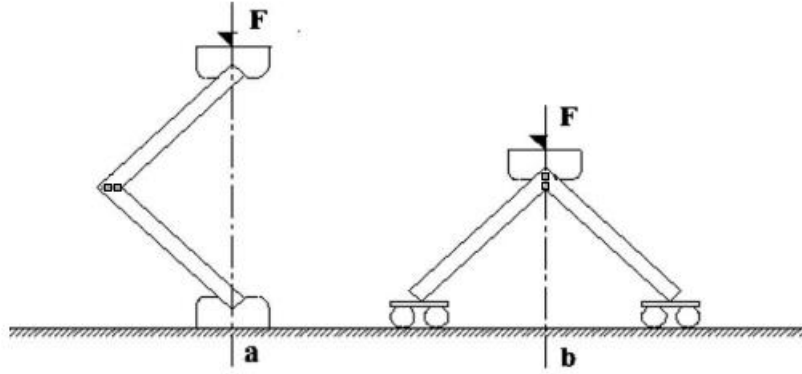
GEREÇ VE YÖNTEM

Flanşlı Kırılma Anahtar Tasarımı

Mobilya parçalarının birleşim noktaları birçok açıdan en kritik noktalardan biridir. Bu nedenle mobilya tasarımında birleşim noktalarının doğru tasarlanması üretim aşamasında önemli bir adımdır. Flanşlı kırılma anahtarının tasarımında bağlantı parçasının kalınlığı, genişliği, kesit alanı, üzerindeki tırtıklı yüzeyi, açısı vb. hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kırılma kuyruğu anahtar tipi birleşimi için estetik görünümü bozmayacak şekilde flanşlı kırılma anahtar tasarımı geliştirilmiştir. Tasarıma ait üç boyutlu teknik resim ve tasarım görselleri Solidworks 2018 sürümü üzerinde hazırlanmıştır.

Çapraz Çekme ve Basma Testlerinin Uygulanması

Mobilyanın köşe noktasından farklı sebeplerden kaynaklı etki eden yükler bilgisayar ortamında Solidworks 2018 Simulation aracılığıyla simüle edilerek Sonlu Elemanlar Yöntemi ile parçanın nasıl bir davranış gösterdiği tespit edilmiştir. Mobilya köşesi formunu oluşturan parça iki adet profil ve iki adet kırılma anahtardan oluşmaktadır. İlgili test kapsamında mobilya parçasına çapraz çekme ve çapraz basma olmak üzere iki farklı kuvvet türü uygulanmıştır (Şekil 1).

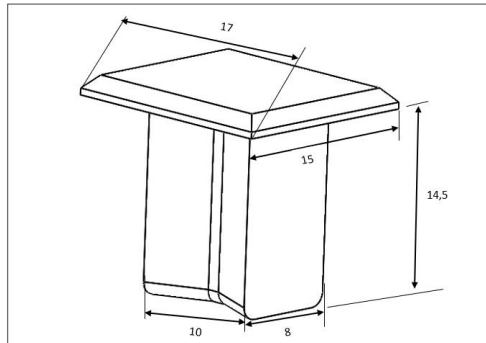


Şekil 1. Çapraz basma ve çekme test düzeneği (a) çapraz basma (b) çapraz çekme

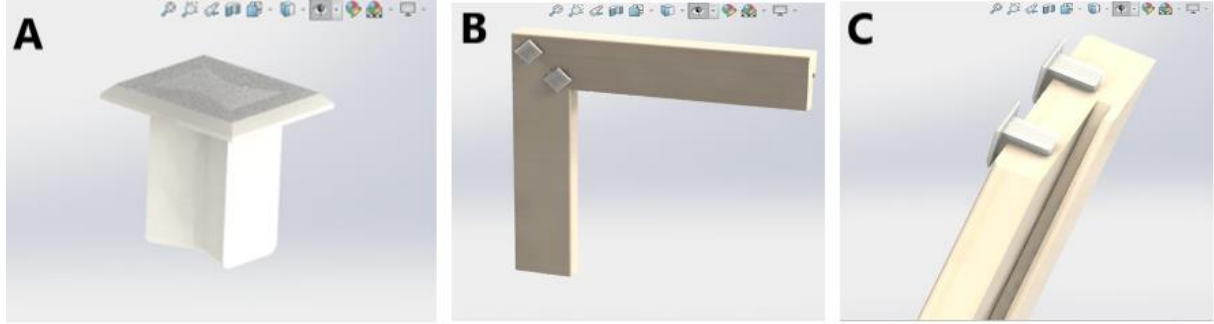
İlk olarak numune parça üzerinde çapraz basma testi Solidworks Simulation programı üzerinde simüle edilmiştir. Bu doğrultuda profillerden birinin köşesi sabitlenmiş, diğer profilin köşe noktasına ise 1000 N kuvvet uygulanmıştır. Uygulanan kuvvet sonucu numunenin davranışı; von-Mises gerilimi, yer değiştirme miktarı ve eşdeğer gerinim sonuçları grafiklere yansıtılmıştır. Aynı program üzerinde numune parça üzerine çapraz çekme testi uygulanmıştır. Profillerin açıkta kalan köşelerine kayıcı mesnet uygulanarak tam birleşme noktaları 1000 N kuvvete maruz bırakılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda; von-Mises gerilimi, yer değiştirme miktarı ve eşdeğer gerinim sonuçları grafik şeklinde raporlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Flanşlı kırılma anahtarları ve profillerin montajlanmış durumuna ait üç boyutlu tasarım çizimleri Solidworks 2018 aracılığıyla hazırlanmıştır. İlgili tasarımda bağlantı bölümünün yüksekliği 14,5 mm, genişliği 10 mm, kalınlığı ise 8 mm şeklinde; flanş (kapak) bölümü ise 17x15 mm boyutlarındadır (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2. Flanşlı kırılma anahtarına ait teknik çizim



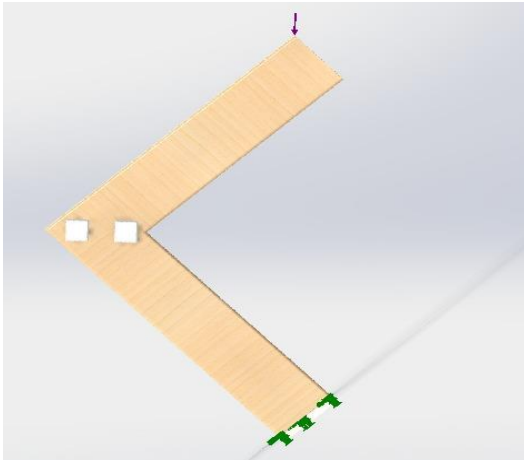
Şekil 3. Flaşlı kırlangıç anahtarının katı modeli (A), Mobilya profili üzerinde flaşlı kırlangıç anahtarının görünümü (B) ve Anahtarın profil içindeki görüntüsü (C)

Sonlu elemanlar analizinde kullanılan profillerin ölçüsü uzun kenar için; 223,5 mm x 47 mm, kısa kenar için 176,5 mm x 47 mm şeklindedir. Profilin et kalınlığı en geniş olduğu noktada 22 mm, en ince olduğu noktada ise 14,5 mm'dir. Bilgisayar ortamında yapı analiz edilirken ahşap profiller için elastikiyet modülünün test koşullarına uygun olması sebebiyle hammadde olarak Balsa tercih edilmiştir. Flaşlı kırlangıç anahtarında ise PVC 0.007 plastikleştirilmiş malzeme kullanılmıştır (Tablo 1).

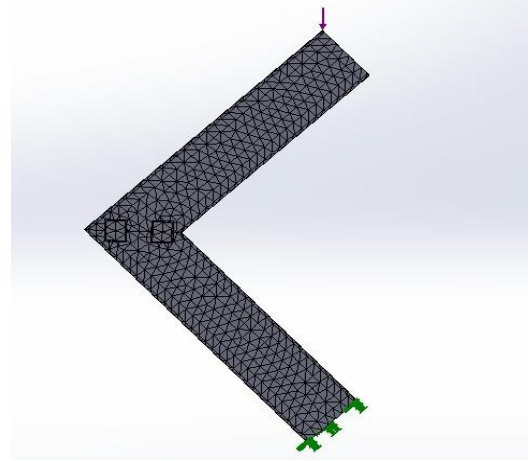
Tablo 1. Bağlantı yapımında kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri

Malzeme cinsi	Model Tipi	Akma Mukavemeti	Elastik Modül	Poisson oranı	Kütle Yoğunluğu	Yırtılma Modülü
Balsa	İzotropik Doğrusal Elastik Analizi	20 N/mm ²	3000 N/mm ²	0.29	0.15999 g/cm ³	300 N/mm ²
PVC 0.007 Plastikleştirilmiş	İzotropik Doğrusal Elastik Analizi	13 N/mm ²	6 N/mm ²	0.47	1.29 g/cm ³	2 N/mm ²

Numune üzerinden ağ oluşumu sonrası gerilim dağılımı ve deformasyon miktarı Solidworks Simulation aracılığıyla analiz edilmiştir. Sistemin gerilme dağılımı maksimum gerilim enerjisi hipotezine (von-Mises) göre belirlenmiştir. İlk olarak profillerden birinin köşesi bir noktada sabitlenerek ahşap profil ve plastik kırlangıçtan oluşan yapıya çapraz basma gerilimi uygulanmıştır. Diğer profilin köşe noktasına ise -y yönünde 1000 N kuvvet uygulanmıştır. Ayrıca yönlendirme amacıyla profiller ve kırlangıç arasındaki temas durumu "birleşmiş" olarak tanımlanmıştır. Bu koşullar altında yapının bilgisayar ortamındaki test düzeneği ve ağ yapısı Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir.

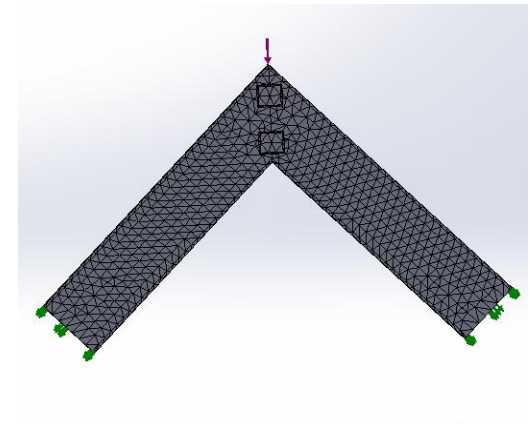
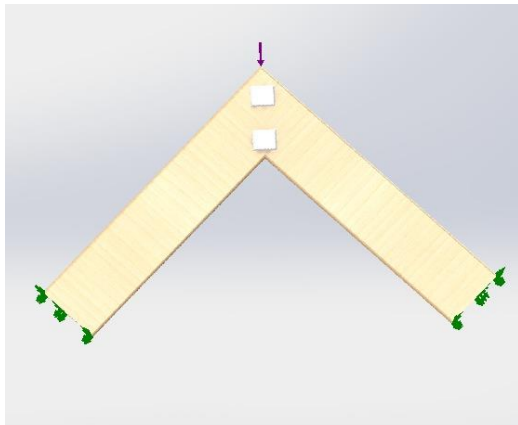


Şekil 4. Bilgisayar ortamında çapraz basma kuvveti için test düzeneği



Şekil 5. Numune parça için ağ yapısı görünümü

Çapraz çekme kuvveti simüle edilirken profillerin köşe noktalarına kayıcı mesnet uygulanmış ve profillerin birleşim noktası olan noktaya ise -y yönünde 1000 N kuvvet uygulanmıştır. Profiller ve kırlangıç arasındaki temas durumu “birleşmiş” şeklinde tanımlanmıştır. Bu koşullar altında yapının bilgisayar ortamındaki test düzeneği ve ağ yapısı Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterilmiştir.





Şekil 6. Bilgisayar ortamında çapraz çekme kuvveti için test düzeneği

Şekil 7. Numune parça için ağ yapısı görünümü

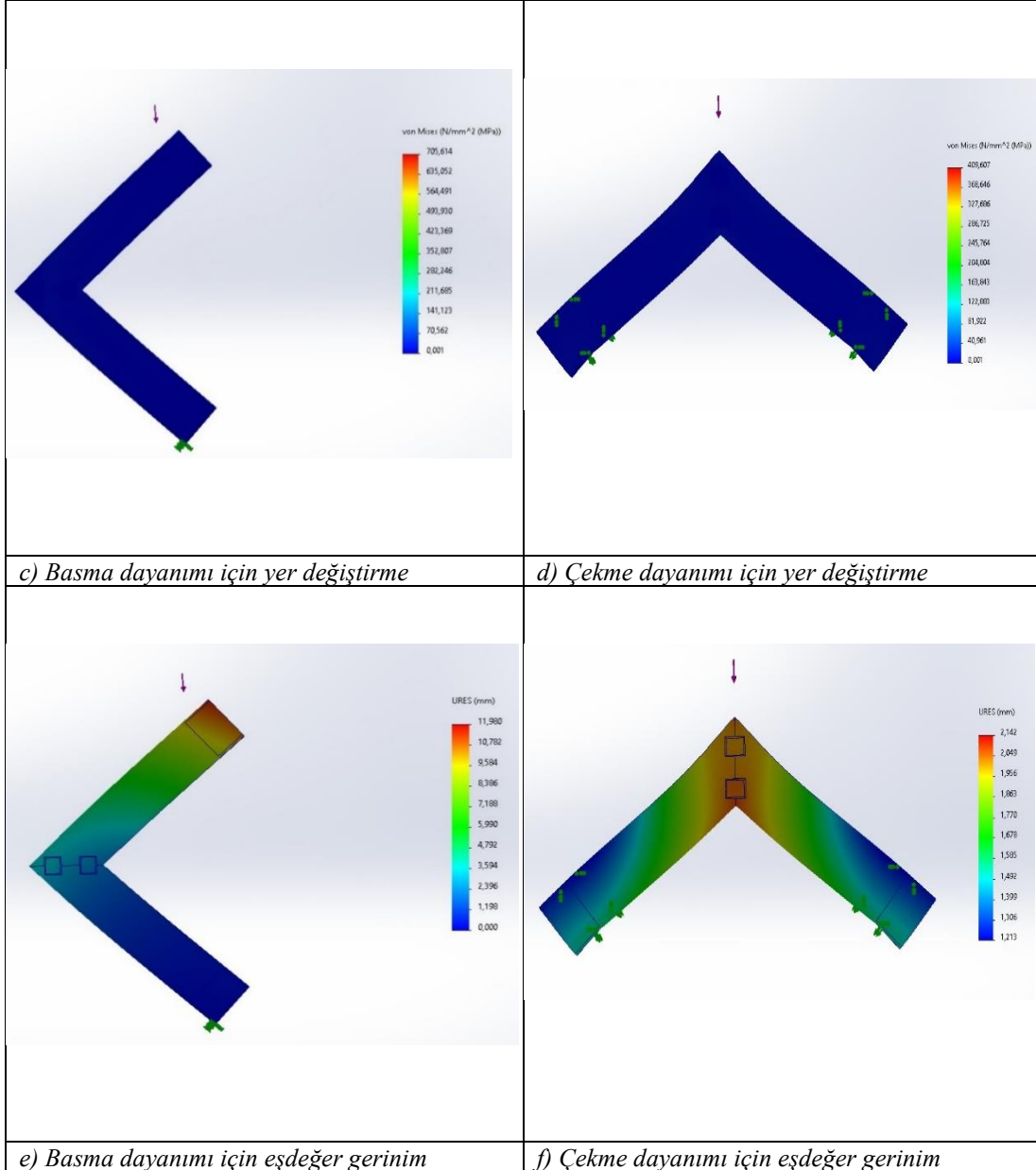
Yapılan analizler sonucunda, çapraz gerilim yükleri altındaki bağlantıların dış kenarlarında önemli düzeyde gerilim yoğunlaşması olduğu belirlenmiştir. Maksimum yük uygulandığında ise profillerin kenarları birleşim yerlerinin dış kenarlarından ayrılmaktadır. Bu nedenle ahşap profillerin bu etkiye dayanabilecek yeterli iç yapışma mukavemetine sahip olması çok önemlidir. Ahşap tabanlı panellerle inşa edilen köşe birleşimlerinin dayanıklılığıyla ilgili yapılan çalışmalarda panelin malzeme cinsinin, birleştirme yönteminin, birleştirmede kullanılan aparat sayısının ve yapıstırıcının mobilyanın dayanımını etkileyen ana faktörler olduğu belirtilmiştir [14].

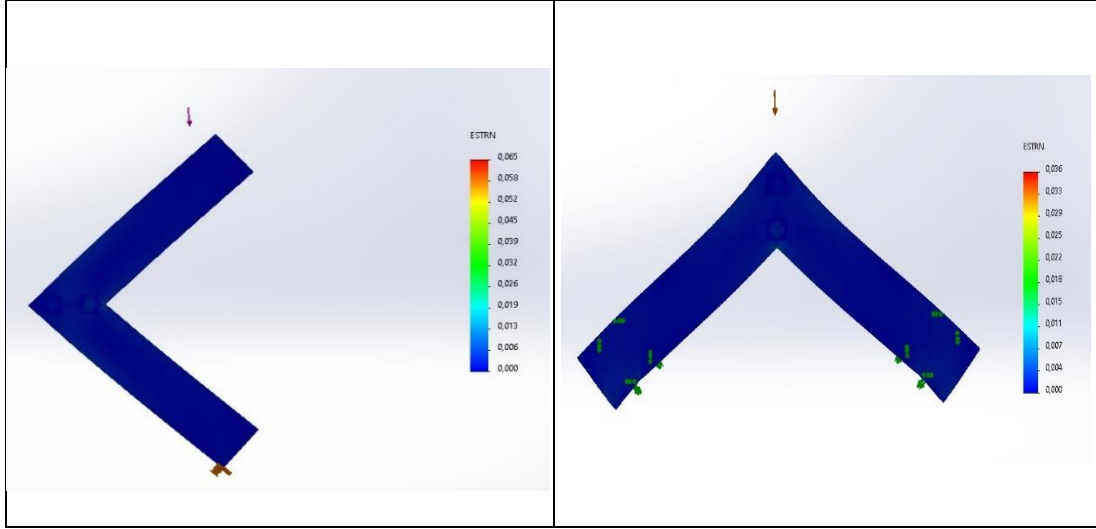
Çapraz basma ve çekme kuvvetleri için elde edilen; von-Mises gerilimi, yer değiştirme miktarı ve eşdeğer gerinim sonuçları Tablo 2’de şekiller üzerinden verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere basma testi uygulandığında şeklin yer değiştirmesi çekme testi uygulandığında elde edilen yer değiştirmeye göre daha fazladır. Altun ve diğer araştırmacıların elde ettiği bulgulara benzer şekilde, basınçla yüklenen bağlantılardaki birleşik stres, çekmeyle yüklenen bağlantılardan daha yüksektir [15]. Bunun ana nedeni ise yapılan başka bir çalışmada birleşim yerlerindeki kırlangıç kuyruğu anahtarları üzerindeki stres yoğunlaşması olarak belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada basma kuvvetine maruz kalan bağlantılardaki kırlangıç kuyruğu anahtarları üzerindeki stres konsantrasyonun, çekmeyle yüklenen bağlantılardan daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çapraz çekme ve basma dayanımının yapıda kullanılan malzemenin elastikiyet ve poisson oranı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir [16].

Tablo 2. Basma ve çekme testleri sonucunda; von-Mises gerilimi (a, b), yer değiştirme miktarı (c, d) ve eşdeğer gerinim (e, f) sonuçları tablosu

a) Basma dayanımı için von-Mises gerilimi	b) Çekme dayanımı için von-Mises gerilimi
---	---





SONUÇLAR

Bu çalışmada analizler sonucu elde edilen sonuçlar grafiklere aktarılmış ve numune parçanın basma testi ve çekme testi uygulandıktan sonraki davranışları kıyaslanmıştır. Analiz sonucunda iki farklı kuvvet türü için profillerin farklı davranışlar sergilediği tespit edilmiştir.

Profillerden ve kırlangıç anahtarlardan oluşan parçaya basma testi kapsamında 1000 N kuvvet uygulandığında von-Mises grafiğinde elde edilen maksimum gerilme sonucu 705,614 N/mm² olarak hesaplanırken çekme testi uygulandığında bu değer 409,617 N/mm² şeklindedir. Parçaya basma kuvveti uygulandığındaki von-Mises gerilme değeri çekme kuvvetine göre daha yüksek değere sahiptir. Numune parçanın maksimum yer değiştirme miktarı basma kuvveti uygulandığında 11,980 mm'dir. Çekme testi uygulandığında ise maksimum yer değiştirme miktarı 2,142 mm olarak belirlenmiştir. Son olarak basma testi uygulandığında oluşan maksimum eşdeğer gerilim 0,065 iken çekme testi uygulandığında bu değer 0,036 olarak hesaplanmıştır.

Mobilyanın dayanımı hakkındaki verilere ulaşabilmek için köşe noktasına uygulanan basma ve çekme testlerinden elde edilen sonuçlara göre; basma testinde elde edilen gerilim ve yer değiştirme miktarları daha fazla çıkmıştır. Bu durumun farklı çalışmalarda da belirtildiği üzere birleşim noktalarında kullanılan flanşlı kırlangıç anahtarları üzerinde oluşan stres yoğunlaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., "Kenarları masifli ve masifsiz MDF levhalarında kavala çaplarının çekme direncine etkileri", P.Ü. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5 (2-3): 1173-1177 (1999).
- [2] Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU¹¹ Ar. Gör. Metin KAHVECİ¹¹ Ar. Gör. Tuncer DİLİK¹¹ Ahşap Mobilya ve Yapı Elemanı Üretiminde Kullanılan Birleştirme Şekilleri



- [3] Vassiliou, V.; Barboutis, I. 2009. Bending strength of furniture corner joints constructed with insert fittings. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology* 67:268-274.
- [4] İLHAN, R., 1977: Türkiye Ağaç Mobilya Endüstrisinin Bugünkü Durumu ve Modernizasyonuna İlişkin Araştırmalar, Trabzon, Doç. Tezi (Basılmamıştır).
- [5] Üstündağ A, Mobilya Dışlı Köşe Birleştirmelerinde Dış Açısının Diyagonal Basınç ve Çekme Performansına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi 2008.
- [6] Ozkaya K, Burdurlu E, İlce AC, Ciritcioglu HH (2010) Diagonal tensile strength of an oriented strand-board (OSB) frame with dovetail corner joint. *BioResources* 5: 2690-2701.
- [7] Musa Atar a*, Ayhan Ozcifci b , Mustafa Altinok a , Uzeyir Celikel Determination of diagonal compression and tension performances for case furniture corner joints constructed with wood biscuits
- [8] Göde, F., “Ahşap çekmece köşe birleştirme performansının belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-48 (2005).
- [9] Lesacher, H., “Die Beste Eckverbindung”, Schweiz, Schreinerzeitung, 35:56-59 (1986).
- [10] Zhang JL, Eckelman CA. The bending moment resistance of single-dowel corner joints in case construction. *For Prod J* 1993; 43:19–24.
- [11] Zhang JL, Eckelman CA. Rational design of multi dowel corner joints in case construction. *For Prod J* 1993; 43:52–8.
- [12] Eckelman, Carl A. Codoff: Computer Design of Furniture Frames: User's Manual. No. 857. Purdue University, Agricultural Experiment Station, 1970.
- [13] Emir Esim, Emre Benzer Endüstriyel sünger kırma makinesinin güç ünitesi tasarımı ve sonlu elemanlar yöntemiyle titreşim analizi, Temmuz 2022, DOI:10.28948/ngumuh.1113370.
- [14] Tankut AN. 2001. Design of panel and panel on frame bookshelves and cabinets. Dissertation, University of Purdue.
- [15] Altun S, Burdurlu E, Kilic M. 2010. Effect of adhesive types on the bending moment capacity of miter frame corner joints. *BioResources*, 5(3): 1473–1483.
- [16] Analysis of factors affecting diagonal tension and compression capacity of corner joints in furniture frames fabricated with dovetail key Mosayeb Dalvand, Ganbar İbrahimi, Ekber Rostampour Hafikhani, Sadık Maleki *Journal of Forestry Research* · March 2013 DOI: 10.1007/s11676-013-0336-y.



YENİ BİR FORMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ ARACILIĞI İLE YANGINA DAYANIMLI KABLOLARDA İŞLEVSEL ÖZELLİKLERİN ARTIRILMASI

Göktuğ Cenk UYSAL¹

¹ Başoğlu Kablo ve Profil San. ve Tic. A.Ş., Organize Sanayi Bölgesi, Fabrika 2, Bolu.

(e-posta: gcenkuysal@gazi.edu.tr)

GİRİŞ

Yangına dayanımlı kablolar gerek yurt içinde gerekse yurt dışında birçok sektörde ve birçok faaliyet alanında aktif olarak kullanılmaktadır. Özellikle güvenlik açısından sıklıkla tercih edilen yangına dayanımlı kabloları diğer kablolardan ayıran önemli teknik özellikler mevcuttur. Yangına dayanımlı kablolar iki katmandan oluşmaktadır. İlk kısım iletken materyalin yer aldığı iç kısımdır (izole kısım). İkinci kısım ise silikon bileşenin (komponent) yer aldığı dış kısımdır. Bu kısımda silikon materyaline ilaveten diğer bazı bileşenler (dolgu malzemesi, katalizör vb.) de yer almaktadır.

Silikonlar bünyesinde silisyum ve oksijeni, molekülleri birbirine bağlayıcı elementler olarak içeren kısmen organik kısmen inorganik olan yüksek moleküllü gruplardır. Kimyasal yapıları itibarıyla kuvars ve silikatlardan, bağları ve hacimsel dokularıyla ayrılırlar. Kuvars kafesine oksijen atomlarının, kısmi substitusyonu sonucu, kuvars modifikasyonla silikona dönüşür. Silikonların organik polimer olarak kullanımı, sürekli şekilde artmaktadır. Silikonlar, mükemmel atmosferik ve yüksek ısı direnci gösterir, sıcaklığa bağlı fiziksel parametrelere çok az bağımlılık duyarlar. Silikonlar polisiloksan olarak da bilinir, iskeletinde karbon (C) yerine ardışık olarak dizilimi silisyum (Si) ve oksijen (O) atomları bulunan polimerlerin ortak adıdır. Silikon moleküllerinin çoğunda silisyum atomlarına bağlı metil ya da fenil grupları yer alır. Silikonlar en çok sıvı, reçine veya elastomer biçiminde üretilir. Silikon sıvılar oldukça kararlı maddelerdir. Su, ısı ve yükseltgenlerin etkisiyle bozunmazlar. Çok iyi elektrik yalıtkanı olmalarının yanı sıra hidrolik sıvılarda ve emülsiyon kırıcı maddelerde, ayrıca dokunma ve kâğıt gibi çeşitli malzemelerinin su geçirgenliğini azaltmakta kullanılır.

Günlük hayatta sıklıkla bulunduğumuz kapalı mekanlarda yer alan ve giriş çıkışları sağladığımız otomatik kapılarda, kartlı turnikelerde vb. sistemlerde; kapalı mekan içerisinde yaşayanların güvenle yapı dışına ulaşabilmesi hususunda bazı önlemlerin alınması elzem bir durumdur. Bilindiği üzere yüksek duman yoğunluğu, yanan yapıdaki arama-kurtarma ve yangına müdahale faaliyetlerini engelleyici bir husustur. Yangına maruz kalan mekanik sistemin alevle temas halindeyken devre bütünlüğünü koruması, zehirli gaz üretmemesi ve çıkardığı duman miktarının minimum seviyede olması can kayıplarının önüne geçilmesi



açısından önemlidir. Bu önlemlerden en önemlisi ilgili sistemlerde kullanılacak kabloların yangına dayanımlı bir materyal ile üretilmeleridir.

Başoğlu Kablo ve Profil Sanayii A.Ş. çatısı altında üretimi gerçekleştirilen Yangına Dayanımlı Silikon kablolar yangına dayanıklı güç kablolarıdır. Kablolar yangın esnasında en az 180 dakika boyunca alev altında çalışmaya devam edebilmektedir. Hava alanları, müzeler, otoban tünelleri, sinemalar, tiyatrolar, otel, hastane, okul, alışveriş ve iş merkezleri gibi toplu alanlarda ve demir-çelik, cam ve çimento endüstrilerinde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Kabloların en önemli özelliği özel silikondan yapılmış olmalarıdır. Bu kabloları, yangına dayanıklı diğer kablolardan ayıran özelliği sıcak ortamda ve alev altında izolasyon yapısı bozulmadığı için akım taşıma kapasitesinde herhangi bir değişiklik olmamasıdır. Ayrıca alevle maruz kaldıklarında tamamen seremize olarak ve damlamaya neden olmamaktadır. Yangına dayanım konusunda bu denli teknik özelliğe sahip olmasına rağmen bahsi geçen kablolar; duman yoğunluğu açısından geliştirilmeli ve daha işlevsel hale getirilmelidir. Bu durum özellikle yangın esnasında güvenliği doğrudan artıran unsurlar arasında yer almaktadır.

Projemiz kapsamında gerçekleştirilecek çalışmalar neticesinde yangına dayanımlı kablolarla alevle temas halindeyken zehirli gaz üretmemesi ve çıkardığı duman miktarının minimum olması özellikleri ilave edilecektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Yapılan literatür araştırmaları sonrası aşağıda içerik ve oranları verilen silikon bileşik formülleri oluşturulmuştur.

Tablo 1. K315B İçerik ve Oranları

MEVCUT FORMÜL	
MALZEME	%
SERAMİZE HCR SİLİKON (VMQ)	100
FLAME RETARDANT ADDITIVE	0,80
AL(OH) ₃	22
MOLD RELEASE	0,50
CATALYST	1,15



Silikon bileşikleri ile 3x2,50mm² Yangına Dayanıklı Silikon kablolar üretilip, aşağıda belirtilen testleri yapılmıştır.

Tablo 2. Formül 1 İçerik ve Oranları

FORMÜL-1	
MALZEME	%
SERAMİZE HCR SİLİKON (VMQ)	100
FLAME RETARDANT ADDITIVE	0,65
ATH (1)	35
CATALYST	1,3

Tablo 3. Formül 2 İçerik ve Oranları

FORMÜL-2	
MALZEME	%
SERAMİZE HCR SİLİKON (VMQ)	100
MAGNESIUM HIDROXIDE (MGOH ₂)	25
FLAME RETARDANT ADDITIVE	3
CATALYST	6



Tablo 4. Formül 3 İçerik ve Oranları

FORMÜL 3	
MALZEME	%
SERAMİZE HCR SİLİKON (VMQ)	100
AL(OH) ₃	45
FLAME RETARDANT ADDITIVE	3
CATALYST	6,75

Tablo 5. Formül 4 İçerik ve Oranları

FORMÜL-4	
MALZEME	%
HCR SILICONE (VMQ) (A)	83
HCR SILICONE (VMQ) (B)	17
ATH(2)	12
ANTI-AGING ADDITIVE	0,7
AL(OH) ₃	20
CATALISOR	1,5


Tablo 6. Formüllerin Mekanik Testlerinin Sonuçları [5],[6]

HAMUR KODU	Çekme Dayanımı (N/mm ²) (min. 5)	Kopma Uzaması (%) (min. %150)
MEVCUT FORMÜL	5,86	232,95
FORMÜL 1	6,29	274,31
FORMÜL 3	4,80	236,40
FORMÜL 4	8,43	353,10
FORMÜL 2	8,50	244,88

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yukarıda içerik ve oranları verilen K203DJ, K207, K315B ve K315L bileşikleri ile üretilen prototiplerin;

-EN 60331-21 [2]

-EN 61034-2 [3]

-EN 50200 (PH120) [4]

-TS EN 50363-1[5]

-TS EN 50363-2-1[6]

Standartlarına göre test sonuçları aşağıda verilmiştir:

-Kabloların yapılan mekanik değerlere ait sonuçlar aşağıdaki gibidir.

-Kabloların uygulanan yangına karşı dayanıklılık(PH120) ve ‘Duman Yoğunluğu Ölçümü’ testlerinin sonuçları aşağıdaki gibidir:


Tablo 7. Formüllerin Yangın ve Duman Yoğunluğu Testlerinin Sonuçları

YAPILAN DENEME ÇALIŞMALARI						
DENEME NO	KABLO	HAMUR KODU	PH 120	FE 180	DUMAN YOĞUNLUĞU	
					SONUÇ	NUMUNE SAYISI
1	3x2,50 MM2	DAMAR: FORMÜL3 KILIF: FORMÜL3	GEÇTİ	GEÇTİ	53,00	5,00
2	3x2,50 MM2	DAMAR: FORMÜL4 KILIF: FORMÜL4	GEÇTİ	GEÇTİ	40,70	5,00
3	3x2,50 MM2	DAMAR: FORMÜL2 KILIF: FORMÜL2	GEÇTİ	GEÇTİ	64,98	5,00
4	3x2,50 MM2	DAMAR: FORMÜL1 KILIF: FORMÜL1	GEÇTİ	GEÇTİ	52,33	5,00
5	3x2,50 MM2	DAMAR: MEVCUT KILIF: MEVCUT	GEÇTİ	GEÇTİ	62,00	5,00

SONUÇLAR

Başoğlu Kablo Yangına Dayanıklı Silikon kablolarda yaptığımız formülasyon çalışmalarında kullanılan farklı additive ve silikon kombinasyonlarında mevcut formüle göre mekanik dayanım testlerinde daha başarısız olan “Formül 3” kullanılmayacağı saptanmıştır.

Çalışılan formülasyonların hepsinde PH120 ve FE 180 testlerinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Formüllerin duman yoğunluğu test sonuçlarından “Formül 2” denemesi ile hali hazırda var olan duman yoğunluğu test sonucundan daha başarılı bir değer elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Sangcheol Kim, Flame Retardancy and Smoke Suppression of Magnesium Hydroxide Filled Polyethylene, January 2003.
- [2] EN 60331-21: Yangın Şartları Altındaki Elektrik Kabloları İçin Deneyler - Devre Bütünlüğü (FE180)
- [3] EN 61034-2: Belirtilen Şartlarda Yanan Kabloların Duman Yoğunluğunun Ölçülmesi
- [4] EN 50200: Kabloların Yangına Karşı Dayanıklılığı İçin Deney Metodu. (PH120)
- [5] TS EN 50363-1: Kablolar - Yalıtım, Kılıf ve Örtü Malzemeleri - Alçak Gerilim Enerji Kabloları İçin - Bölüm -1: Çapraz Bağlı Elastomerik Yalıtım Bileşikleri
- [6] TS EN 50363-2-1: Kablolar - Yalıtım, Kılıf ve Örtü Malzemeleri - Alçak Gerilim Enerji Kabloları İçin - Bölüm 2-1: Çapraz Bağlı Elastomerik Kılıf Bileşikleri



AR-GE VE
İNOVASYON
ZİRVESİ

17
KASIM
2023

Fenerbahçe Üniversitesi



TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı gerçekleştirmemizi sağlayan Sayın Halil Başoğlu'na, Fabrika Müdürümüz Sayın Gökhan Güven'e, ekip arkadaşlarım Sayın Ezgi Çetin Baştürk, Sayın Osman Tekin ve Sayın Erol Demir'e, desteklerini esirgemeyen Sayın Halime Koç Gür'e teşekkürlerimi borç bilirim.



MOBİL CÜZDANLARIN HEDEF KİTLESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Mesut TEKİR, Melike KEKEÇ, Şule GÜVENÇ, Mehmet Ali PADIR

¹ Elekse Elektronik Para ve Ödeme Kuruluşu A.Ş., 34406, İstanbul
info@elekse.com

GİRİŞ

Teknoloji alanındaki hızlı ilerlemeler ve dönüşümler; günümüzde sıklıkla tercih edilen kredi kartı, debit kartlar, ön ödemeli kredi kartlar gibi çağının lideri olan ödeme teknolojilerinin geride kalmasını sağlayarak yerini elektronik para birimlerine bırakmıştır. Elektronik para birimlerinin artması yeni ödeme teknolojilerini de beraberinde getirmiştir. Günümüzde ödeme sistemleri bilgisayar tabanlıdır ve her bir işlemin dijital kayıtları bulunmaktadır (Aytekin & Bahadır, 2017).

Teknolojik yenilikler, süreçler ve geliştirmeler fintek, sektörü için yeni gelişimin yolunu sunmaktadır (COŞKUN, 2023). Dijital kayıtlar elektronik ödeme sistemlerine ait kullanım hareketliliğinin arttığına ve yeni ödeme teknolojilerinin ortaya çıktığına işaret etmektedir. Farklı ödeme teknolojilerinin ortaya çıkması ve kullanımının zaman içerisinde artması farklı işlem türlerinde ortaya çıkan işlem çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan ödeme teknolojilerinin genel özellikleri göz önüne alındığında her bir işlem için daha hızlı, daha güvenli ve uygun maliyetli olanların tercih edildiği dikkat çekmektedir (Papadopoulos, 2007).

Bilgi teknolojilerinin anahtar rol üstlendiği fintek sektöründe oluşan süreçler ve geliştirmeler için yeni yolların var olduğunu ifade etmektedir. Oluşan iş modelleri için Puschman 2017 yılında, araştırmasında Chuen ve Teo'ya göre finansal teknoloji sayesinde finansal hizmetler yeni bir yaklaşımı yakalamıştır (Ryu & Ko, 2020). Omreng ve Gjendem Fintek hizmetlerini destekleyen geliştiren ve yenileyen bir teknoloji kullanımını hedefler, fintek kurumları için yeni anlayış sağlayan bu ileri düzey teknolojik yaklaşımlar şeffaflığın artmasını maliyetlerin düşmesini ve yeni iş güçlerine finansal fırsatlar sunmayı hedeflemektedir. Fintek yenilik içeren bir teknoloji olarak ifade edebiliriz. Mikro ölçekte bireyin yaşam kalitesine doğrudan etki ettiği ifade edilmektedir.

Barclays Bank ve Polulus (2010) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçları müşterilerin alışverişlerini gerçekleştirdikten sonra ödeme yapmak için sıraya girmek istemediklerini ortaya koymuştur. Aynı çalışma sonucu müşterilerin üçte ikisinin satın alma işleminden vazgeçtiğini ve müşterilerin beşte ikisinin iki dakikadan fazla sırada beklemek istemediğini işaret etmektedir. Araştırma sonuçlarına göre; hızın, yeni ödeme teknolojilerinin piyasa başarısına katkı sağladığı gözlemlenmektedir ve ödeme sağlayıcıları için tercih edilme sebebidir. Barclays Bank ve Polulus (2010) ödeme aracının seçimini belirleyen en önemli faktörlerden birinin ödemenin yapıldığı esnadaki işlem hızı olduğuna dikkat çekmektedir (Barclays PLC, 2010). Gelişen teknoloji ile müşterilerin tercihleri dijital yöntemlerden olmuştur, Kripto para dünyası da yönelimlere istinaden cüzdan tipleri belirlenmiştir. Chowdhury soğuk ve sıcak cüzdanlar olarak ikiye



ayırılmışlardır (Chowdhury, 2020). Soğuk cüzdanlar harici depolama alanlarına sahip olan cüzdanlardır. Sıcak cüzdanlar ise internet aracılığıyla para gönderiminin gerçekleştirildiği sistemlerdir. Sıcak cüzdanları Antonopoulos (2017), cüzdanları masaüstü, mobil, web, donanım ve kâğıt cüzdanları olarak sınıflandırmaktadır. Mobil cüzdanlar genel ve özel anahtarlara sahip yapıdadır, bu anahtarlar bilgisayar ya da mobil cihazlarda muhafaza edilmektedir (Antonopoulos, 2017).

Mobil cüzdan mobil cihazlar (akıllı telefon) üzerinde dijital olarak saklanan ve yönetilen ödeme ve kimlik bilgilerinin bulunduğu bir uygulamadır. Mobil cüzdan; güvenlik katmanları olan, çevreci yaklaşıma sahip, taşıma kolaylığı olan ve daha az fiziksel temas gerektirmesi sebepleriyle son zamanlarda sıklıkla tercih edilen bir uygulamadır.

Günümüzde dijitalleşmenin, tüketici davranışları üzerinde önemli bir etkisi vardır. Sistemlerin dijitalleşmesi, kullanıcının tercih edeceği ödeme yöntemini belirlemede önemli bir faktördür. Bu ödeme sistemlerinden biri olan mobil ödeme, bireylerin ödeme işlemlerini hızlı, kolay ve güvenli bir şekilde gerçekleştirmesine yardımcı olmaktadır. Çevrimiçi(çevrimiçi) alışverişlerde satın alma ve ödeme imkânı sunar. Mobil cihazlar ile yapılan alışverişlerde, yer ve mekân unsuru ortadan kalkmıştır.

İlk mobil ödeme 1997 yılında Coca Cola otomatlarında SMS aracılığıyla hayata geçirilmiştir. Ülkemizde ise mobil ödeme sistemi, 2012 yılında İş Bankası tarafından (QR Kod ödeme sistemi) ile hayata geçirilmiştir. (İş bankası, 2012) . Mobil ödeme sistemleri son zamanlarda en popüler(trend) ödeme yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Mobil ödeme ile kredi kartı bilgilerine ihtiyaç duymadan hızlı ve güvenli bir şekilde ödeme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Tüm ödemeler ya tanımlı olan operatör hattının faturasından ya da telefondaki mobil uygulama hesabından yapılır. Nakde olan ihtiyacı ortadan kaldırdığı gibi bilgileri güvenilir bir şekilde hızlıca aktarılmasına olanak sağlar Her ödeme sisteminin farklı temel işlevleri vardır. Mobil ödeme sistemlerinin ana işlevi fonksiyonellik, güvenlik ve hızdır.

Ürün ve hizmet satın almak için alternatif ödeme yöntemlerinden biri olan mobil ödeme, kullanıcılara sunduğu çeşitli yöntemlerden (temassız, karekod, NFC) özellikleri de sunmaktadır. Ödemeler, akıllı telefonlar üzerinden para veya fonların kullanıcıdan kullanıcıya(doğrudan) veya dolaylı olarak gerçekleştirilmektedir. Kablosuz ve iletişim teknolojilerinden faydalanarak mobil bir cihazla (cep/ akıllı telefon, dijital asistan vb.) hizmet, mal ve fatura ödemeleri yapılmaktadır.

Kullanımı bu kadar kolay ve basit olması tercih edilmesindeki nedenlerindedir.

Yapılan araştırmalara göre ülkemizde; 2022 yılın verilerine göre bireylerin % 82,6'sinin internet kullanıcısı olduğu tespit edilmiştir. Bunların % 46,2'si internetten alışveriş yapmaktadır. (TÜİK) Çoğunlukla mobil ödeme yöntemi ile gerçekleşen mobil işlemlerin kullanılabilirlik, hız, kesintisiz hizmet ve yerel pazar hacminin büyümesi mobil ödeme yöntemlerinin başarılı şekilde gerçekleştiğinin kanıtıdır. Türkiye'de mobil ödeme yöntemini özellikle genç nüfusun yoğun olarak kullandığı gözlemlenmektedir.

Mobil ödeme sistemi iki ana unsurdan oluşmaktadır:

- 1- Ödemeyi gerçekleştirecek akıllı telefonlar
- 2- Ödemenin gerçekleşmesi için gereken ağ veya ağ sistemleridir.



Yakından mobil ödemeler NFC, QR, mobil cüzdan vb. sistemlerle bir POS cihazı aracılığı ile yapılabilmektedir. Bu sistemde bir cep telefonu ile POS cihazının fiziksel olarak aynı yerde bulunması gerekmektedir. SMS, Mobil Faturalandırma, WAP vb. sistemlerle satıcı ile tüketicinin bir arada olmasına gerek olmayan uzaktan ödeme sistemidir. Popüler olan Yakın Alan İletişimi (NFC) bulut tabanlı mobil ödeme sistemleridir. NFC teknolojisi, NFC sistemine sahip mobil cihazlar (akıllı telefonlar) kullanıcıların mobil cihazlarını NFC özellikli bir ödeme geçidine yönlendirerek satın alma işlemlerini hızlı ve kolayca yaparlar. Sanal bir cüzdan işlevi görmektedir. NFC sistemlerinin sağladıkları faydalar arasında düşük güçlü, veri okuma ve yazmakta kullanılan ve kablosuz bir teknolojidir.

Mobil ödeme hizmetlerini Tüketiciden-İşyerine (Consumer-to-Business) ve Kullanıcıdan kullanıcıya olarak sınıflandırabiliriz. Ayrımın önem taşıdığı bir diğer nokta ise yakınlık-uzaklık bağlamında yer almaktadır.

a. Yakın Alan İletişim-YAİ (NFC-Near Field Communication) Teknolojisi

Yakından Mobil Ödeme (proximity payments) kullanıcının fiziksel olarak ortamda bulunmasını gerektirmekte ve genel olarak NFC veya benzeri teknoloji kullanılmaktadır. Uzaktan ödemeler bireyle mobil şebeke üzerinden uzaktan ödeme yapılması ile gerçekleşmektedir. NFC, mobil cihazların temassız işlem yapabilmesini ve sayısal veriye veya elektronik cihazlara erişimini sağlar. POS (Point of sale: satış noktası) ödemesi için NFC kullanıldığında, NFC sistemi ile etiketli mobil cihaz, NFC uyumlu POS cihazına şifreli veri iletmektedir. Müşteri nakit veya kredi kartı ödemesi yerine akıllı telefonunu POS cihazına yaklaştırarak para transferi gerçekleştirmektedir. Dünya çapındaki mobil ödemelerin %20 kadarının NFC teknolojisi kullanılarak yapılacağı tahmin edilmektedir.

b. WAP Akıllı telefonlar üzerinden ağ taraması için kullanılan bir yöntemdir. Genellikle WAP üzerinden kullanılabilen uygulamalar ek olarak mobil cihazlara yüklenmektedir. Bu şekilde para transferleri mümkün olmaktadır. Pos ödemeleri içinde kullanılabilir.

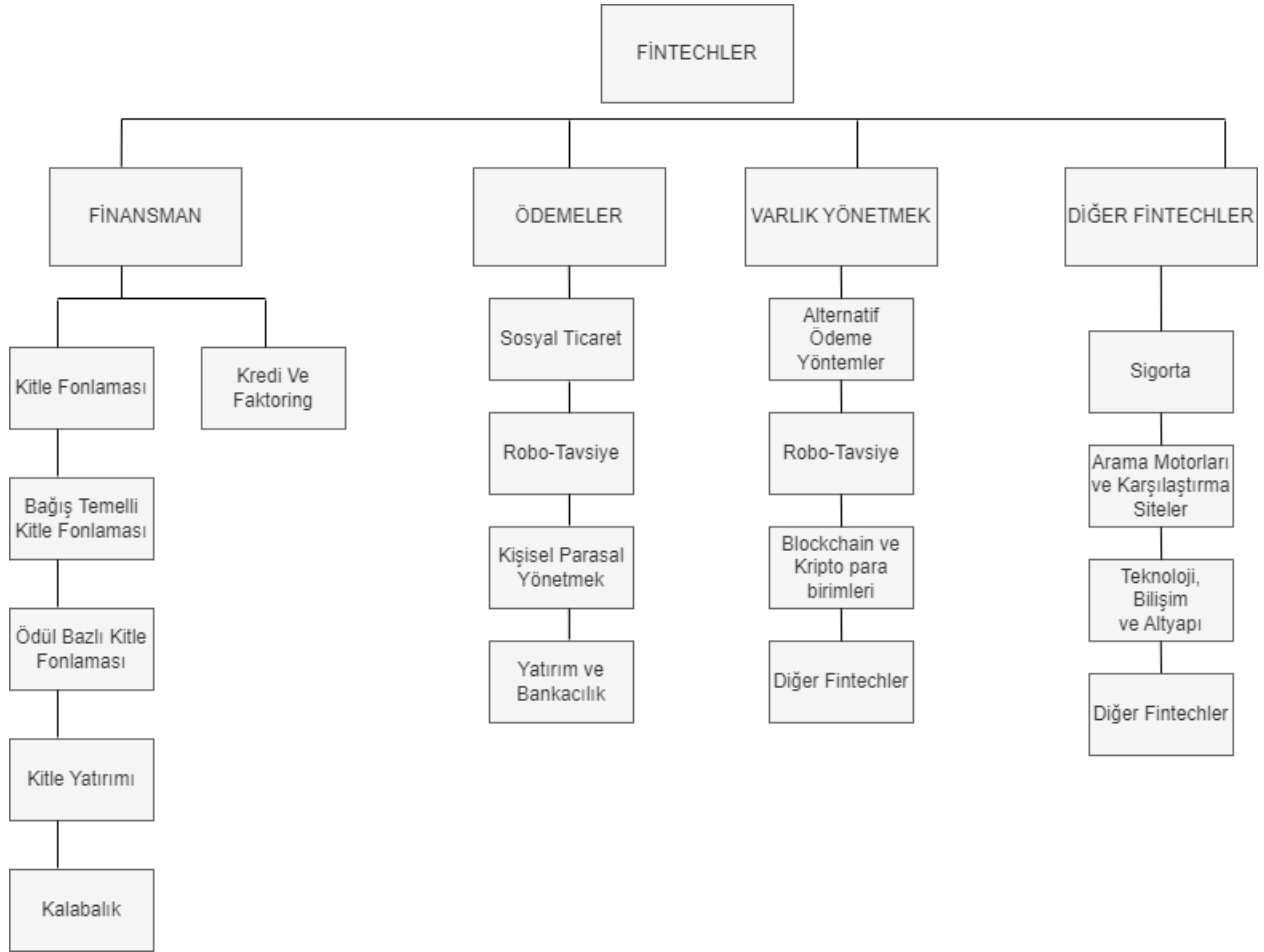
c. Çabuk Tepki Kodu (Quick Response Code – Kare Kod) QR barkodu okuyucuları ve kameralı telefonlar tarafından okunabilen özgün bir barkoddur. Barkod etiketi; metin, URL veya diğer şekillerdeki verilerden oluşmaktadır.

d. SMS Kayıtlı bir banka hesabından veya mobil cüzdandan para transferine imkân veren bir yöntemdir.

Mobil ödemelerde önemli etmenlerden biri de mobil cüzdan olarak adlandırılan uygulamalardır. Mobil cüzdan bir kullanıcının temel olarak ödeme hizmetlerine güvenli olarak erişerek, ilişkin bilgileri yönetilmesini, ödemeler için gerekli özel bilgilerin girilebilmesini veya yapabildiğini sağlayan bir mobil uygulamadır.

Mobil ödemeler; kredi kartı bilgilerinin saklayarak mobil cüzdan gibi bir mobil ödeme aracı ile yapılabilmektedir. Bilgi ve bireylerin m-cüzdanlarına ödeme veya para transferi yapmak için kullanılır. Gerçek bir cüzdan gibi bir m-cüzdan, elektronik para birimi, sahip kimliği, erişim bilgileri ve kredi kartı numarası içermektedir.

Çalışmamız kapsamında elde edilen sonuçlar; müşterilerin çevrimiçi ödemelerde yaptığı tercihlerin müşterilerin demografik yapıları (cinsiyet, yaş, meslek grubu) ile ilişkilerini ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Fintech Sektörünün Segmentleri Ref. Dorfleitner ve diğerleri, 2017

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Elekse HOPPA müşterileri arasındaki demografik özellikleri ve meslek dağılımlarını incelemek amacıyla SPSS (v.22) kullanılarak Tanımlayıcı İstatistik Modeli uygulanmıştır. Analizler, firmamız bünyesinde son 3 yıl kayıt altında tutulan demografik verilerin işlenmesi esasına dayalıdır. Müşterilerin çevrimiçi ödemelerde tercihlerinin demografik yapı ile ilişkilerini ortaya koymak üzere bağımlı ve bağımsız değişkenler kullanılmıştır.



BULGULAR

Çalışmamız kapsamında elde edilen sonuçlar; müşterilerin çevrimiçi ödemelerde yaptığı tercihlerin müşterilerin demografik yapıları (cinsiyet, yaş, meslek grubu) ile ilişkilerini ortaya koymaktadır. Yukarıdaki tablo incelendiğinde katılımcıların %21.2'sinin kadın (2087 kişi), %78.8' inin ise erkek (7738 kişi) olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların cinsiyet dağılımları

Katılımcıların Cinsiyet Dağılımları			
Cinsiyet	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Kadın	2087	21.2	21.2
Erkek	7738	78.8	100.0
Toplam	9826	100.0	

Katılımcıların yaş dağılımları incelendiğinde %11,9'unun 0-20, %25,3' ünün 21-30, %13,7' sinin 31-40, %7,5' inin 41-50, %2,6' sının 51-60, %1,3' ünün 61-70, %0,5' inin 71-80 aralığında olduğu görülmektedir. Buna ek olarak katılımcıların %37,2'si yaş grubunu ifade etmediğinden 3651 veri kayıp olarak nitelendirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Katılımcıların yaş dağılımları

Katılımcıların Yaş Dağılımları		
Yaş Grupları	Sıklık	Yüzde
0-20 yaş aralığı	1165	11.9
21-30 yaş aralığı	2495	25.3
31-40 yaş aralığı	1337	13.7
41-50 yaş aralığı	745	7.5
51-60 yaş aralığı	261	2.6
61-70 yaş aralığı	133	1.3
71-80 yaş aralığı	39	0.5
Kayıp veri	3651	37.2
Toplam	9826	100.0



Katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %2.3'ünün bilgi teknolojileri, %69.2'sinin diğer, %3.5'inin finans ve muhasebe, %4.6'sının gıda ve tarım, %5.1'inin kamu sektörü, %0.5'inin özel sektör, %13.6'sının sağlık sektörü, %1.2'sinin ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Katılımcıların meslek dağılımları

Katılımcıların Yaş Dağılımları			
Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	230	2.3	2.3
Diğer	6801	69.2	71.6
Finans ve Muhasebe	342	3.5	75.0
Gıda ve Tarım	455	4.6	79.7
Kamu Sektörü	501	5.1	84.8
Özel Sektör	45	0.5	85.2
Sağlık Sektörü	1335	13.6	98.8
Ulaştırma ve Lojistik	116	1.2	100.0
Toplam	9826	100.0	

Yaş gruplarına göre meslek dağılımları incelendiğinde; 0-20 yaş aralındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %1,5'inin bilgi teknolojileri, %35,6'sinin diğer, %2,6'sı finans ve muhasebe, %7,0'ünün gıda ve tarım, %3,5'inin kamu sektörü, %0,2'inin özel sektör, %49,2'sinin sağlık sektörü ve %0,4'ünün ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. 0-20 Yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	17	1,5	1,5
Diğer	415	35,6	37,1
Finans Ve Muhasebe	30	2,6	39,7
Gıda Ve Tarım	82	7,0	46,7
Kamu Sektörü	41	3,5	50,2



Özel Sektör	2	0,2	50,4
Sağlık Sektörü	573	49,2	99,6
Ulaştırma ve Lojistik	5	0,4	100,0
Total	1165	100,0	

21-30 yaş aralındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %3,8'inin bilgi teknolojileri, %55,0'inin diğer, %4,9'u finans ve muhasebe, %7,9'unun gıda ve tarım, %7,9'unun kamu sektörü, %0,4'nün özel sektör, %18'sinin sağlık sektörü, %2'ünün ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. 21-30 Yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzdesi
Bilgi Teknolojileri	96	3,8	3,8
Diğer	1371	55,0	58,8
Finans Ve Muhasebe	123	4,9	63,8
Gıda Ve Tarım	198	7,9	71,7
Kamu Sektörü	198	7,9	79,6
Özel Sektör	10	,4	80,0
Sağlık Sektörü	448	18,0	98,0
Ulaştırma ve Lojistik	50	2,0	100,0
Total	2494	100,0	

31-40 yaş aralındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %6,7'inin bilgi teknolojileri, %55,2'sinin diğer, %7,5'si finans ve muhasebe, %6,5'inin gıda ve tarım, %9,1'inin kamu sektörü, %1,6' inin özel sektör, %11,1' sinin sağlık sektörü %2,4'ünün ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 6).


Tablo 6. 31-40 Yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	89	6,7	6,7
Diğer	738	55,2	61,9
Finans Ve Muhasebe	100	7,5	69,3
Gıda Ve Tarım	87	6,5	75,8
Kamu Sektörü	122	9,1	85,0
Özel Sektör	21	1,6	86,5
Sağlık Sektörü	148	11,1	97,6
Ulaştırma ve Lojistik	32	2,4	100,0
Total	1337	100,0	

41-50 yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %2,7'inin bilgi teknolojileri, %50,5'inin diğer, %8,2'si finans ve muhasebe, %6,7'nin gıda ve tarım, %13,4'ünün kamu sektörü, %1,3'ünün özel sektör, %14,5'inin sağlık sektörü, %2,7'ünün ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. 41-50 Yaş Aralığındaki Katılımcıların Meslek Dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	20	2,7	2,7
Diğer	376	50,5	53,2
Finans Ve Muhasebe	61	8,2	61,3
Gıda Ve Tarım	50	6,7	68,1
Kamu Sektörü	100	13,4	81,5
Özel Sektör	10	1,3	82,8
Sağlık Sektörü	108	14,5	97,3
Ulaştırma ve Lojistik	20	2,7	100,0
Total	745	100,0	

51-60 yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %1,5'inin bilgi teknolojileri, %56,7'inin diğer, %8,4'si finans ve muhasebe, %6,9'ünün gıda ve tarım, %8,8'ünün kamu sektörü,



%0.4'inin özel sektör, %14,2'sinin sağlık sektörü %3.1'inin ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 8).

Tablo 8. 51-60 Yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	4	1,5	1,5
Diğer	148	56,7	58,2
Finans Ve Muhasebe	22	8,4	66,7
Gıda Ve Tarım	18	6,9	73,6
Kamu Sektörü	23	8,8	82,4
Özel Sektör	1	,4	82,8
Sağlık Sektörü	37	14,2	96,9
Ulaştırma ve Lojistik	8	3,1	100,0
Total	261	100,0	

61-70 yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %1.5' inin bilgi teknolojileri, %59,4' ünün diğer, %3.0'ı finans ve muhasebe, %13,5' inin gıda ve tarım, %10,5' inin kamu sektörü, %0.8' inin özel sektör, %10,5' inin sağlık sektörü %0.8' inin ise ulaştırma ve lojistik grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 9).

Tablo 9. 61-70 Yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	2	1,5	1,5
Diğer	79	59,4	60,9
Finans Ve Muhasebe	4	3,0	63,9
Gıda Ve Tarım	18	13,5	77,4



Kamu Sektörü	14	10,5	88,0
Özel Sektör	1	,8	88,7
Sağlık Sektörü	14	10,5	99,2
Ulaştırma ve Lojistik	1	,8	100,0
Total	133	100,0	

71-80 yaş aralındaki katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde %5'inin bilgi teknolojileri, %60'ının diğer, %5'i finans ve muhasebe, %5'inin gıda ve tarım, %7,5'inin kamu sektörü ve %17,5'inin ise sağlık sektörü grubunda yer aldığı görülmektedir (Tablo 10).

Tablo 10. 71-80 Yaş aralığındaki katılımcıların meslek dağılımları

Meslek	Sıklık	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Bilgi Teknolojileri	2	5,0	5,0
Diğer	24	60,0	65,0
Finans Ve Muhasebe	2	5,0	70,0
Gıda Ve Tarım	2	5,0	75,0
Kamu Sektörü	3	7,5	82,5
Sağlık Sektörü	7	17,5	100,0
Total	40	100,0	

SONUÇLAR

Erkek kullanıcılarının mobil cüzdanı kadınlara göre daha çok tercih ettiği sonuçlardan gözlemlenmektedir. 21-30 yaş aralığında kullanıcıların daha fazla olduğunu 50 yaş üstü



kullanıcıların ise 30 yaş altı kullanıcılara göre daha az tercih ettiği gözlemlenmektedir. 0-20 yaş aralığında sağlık sektörü kullanıcıları en fazladır. 21-60 yaş aralığında ticaret ile uğraşan özel sektör kullanıcıların fazla olduğu gözlemlenmektedir.

KAYNAKÇA

- Antonopoulos, A. M. (2017). *Mastering Bitcoin: Programming the open blockchain*, . O'Reilly Media, Inc.
- Arner, D., Barberis, J., & Buckley, R. P. (2015). *The Evolution of FinTech: A New Post-Crisis Paradigm?*. University of New South Wales Law Research Series. doi:http://hdl.handle.net/10722/221450
- Aytekin, D. D., & Bahadır, Y. Y. (2017). Yeni Ödeme Teknolojilerinin İş Hayatına Etkileri. *DergiPark*, 11-33.
- Barclays PLC. (2010). *Delivering on our promises Barclays PLC*. www.barclays.com/annualreport10.
- Board-FSB, F. S. (2019). *Financial Stability Implications from FinTek*. Supervisory and Regulatory Issues that Merit Authorities' Attention. doi:https://www.fsb.org/wp-content/uploads/R270617
- Chowdhury, N. (2020). *Inside blockchain, bitcoin, and cryptocurrencies*. CRC Press.
- COŞKUN, M. (2023). *Türkiye'de fintech: dijital ödemelerin analizi banka müşterilerinin kabul edilmesi*. İzmir: Yaşar Üniversitesi.
- Genç, S. (2021). *Türkiye'de fintek sektörünün gelişim dinamikleri*. İstanbul : İstanbul Ticaret Üniversitesi.
- Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2017). *Digital Finance and Fintech: Current Research and Future Research Directions*. Journal of Business Economics.
- Papadopoulos, G. (2007). Electronic money and the possibility of a cashless society. *Survey of Electronic Money Developments*.
- Ryu, H., & Ko, K. (2020). Sustainable Development of Fintech: Focused on Uncertainty and Perceived Quality Issues. *MDPI Sustainability*. doi:https://doi.org/10.3390/



POMZA AGREGALI VE TASARLANMIŞ BOŞLUKLU HAFİF DUVAR PANELİNİN MEKANİK VE ISIL YALITIM ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Metin DAVRAZ¹, Murat KORU², İlyas Devran ÇELİK³, Nuri İŞILDAR⁴, Taner KEFELİ⁵

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Yapı Malzemeleri Anabilim Dalı, 32260 Isparta.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Termodinamik Anabilim Dalı, 32260 Isparta.

³Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yapı Anabilim Dalı, 32260 Isparta.

⁴Süleyman Demirel Üniversitesi, Doğal ve Endüstriyel Yapı Malzemeleri AUM., 32260 Isparta.

⁵Elf Prefabrik Beton Yapı Elemanları İnşaat Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, Ar-Ge Direktörü, 06750 Ankara.

e-posta:elf@elfprefabrik.com

GİRİŞ

Paneller, tek ya da birden fazla parçanın birleşimi ile yapıda kullanılacakları bölgenin (duvar, döşeme vb.) hacmini oluşturan elemanlardır; kaplama, bölme ve taşıyıcı elemanı olarak kullanılabilirler. Birçok farklı malzemeden üretilebilen paneller (beton, ahşap, çelik vb.), kullanım amacına göre geniş kaynak olanağı bulabilmektedir [1].

Prefabrike beton paneller, bünyesindeki doluluk-boşluk ve kullanılan katmanların farklılaşmasına göre birbirinden ayrılabilirler. Dolu kesitli beton paneller, hafif beton paneller, boşluklu beton paneller, sandviç paneller, nervürlü paneller ve çift duvar panelleri gibi farklı beton panel tipleri bulunmaktadır. Birden çok katmandan oluşan ve genellikle bünyesinde yalıtım katmanı da bulunduran sandviç paneller, konut üretiminde en çok kullanılan panel türüdür [2].

Dünyada inşaat faaliyetlerindeki gelişmelerin evrimi ve inşaat malzemelerine olan talep katlanarak artmaktadır. Devam eden doğal agrega talebine ciddi çevre sorunları eşlik etmektedir. Ayrıca geleneksel yığma sistemle inşa edilen duvar, yapıya daha fazla ölü ağırlık katmaktadır. Duvarın ağırlığındaki azalma, yapının ölü ağırlığını önemli ölçüde azaltır ve bu da yapısal bileşenlerin boyutlarında genel bir azalma ile sonuçlanır. Ayrıca, kısıtlı doğal agrega rezervlerini yönetmek için gelişmiş teknolojiler gereklidir. Bu nedenlerle, inşaat talebini sağlam, ekonomik ve çevre dostu malzemelerle karşılamak için alternatif sisteme ihtiyaç vardır [3].



Prekast Beton Sandviç Paneller (PCSP'ler), bir ısı yalıtım tabakası yerleştiren beton yapıları kapsayan kompozit bir kaplama türüdür. Tam bir duvar, bir yağmur perdesi, ısı yalıtım katmanı ve iç duvardan oluşur. Beton katmanlarını yapısal olarak birbirine bağlamak ve yapısal performansı sağlamak için bağlantı elemanlarına ihtiyaç vardır. Bunlar en tipik olarak düşük katlı endüstriyel binalarda, ancak giderek artan bir şekilde orta ve yüksek katlı konut ve ticari binalar dahil olmak üzere daha geniş bir bina tipolojileri yelpazesinde kullanılmaktadır [4, 5].

PCSP'ler inşaat sektöründe 60 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır [4]. Daha küçük, daha ince kesitli PCCP'ler 1980'lerde popüler hale gelmiştir [5]. Prekast beton kaplama, diğer yaygın kaplama malzemelerine göre, betonun doğal yangın direnci ve dayanıklılığından kaynaklanan bir dizi avantaj sunar. Kaplama panelleri büyük ölçekte dökülebilir. Bu da daha az derz ile geniş cephe kaplaması sağlar ve çoğu cephe sistemine göre destekler arasında daha büyük dikey boşluklara izin verir [4]. PCSP duvar sistemi ayrıca termal olarak verimli bir kaplama çözümü sağlar [6,7]. Tam duvar fabrikada önceden üretilmiştir ve bu nedenle daha fazla kalite kontrol ve sahada zayıf detaylandırma riskinin azaltılması gibi avantajlar sağlamalıdır. Bununla birlikte, geleneksel PCSP'ler ağırdır ve genellikle panellerin basitçe yerine konulduğu alçak binalar için tercih edilir [8]. Tipik olarak çelik takviyeli betondan yapılan PCSP'ler genellikle 300 mm'yi aşan kalınlıklara ve m² duvar alanı başına ~500 kg ağırlığa sahiptir [4]. Uygulanabilirliklerini daha geniş bir bina yelpazesine genişletmek için PCSP'lerin ağırlığı ve kalınlığının azaltılması gerekmektedir. Bu nedenle bir dizi yeni proje ve çalışma daha ince bölümler tasarlamaya odaklanmıştır [9-13]. Bununla birlikte, kaplamanın yapısal ve termal gereksinimlerinden taviz verilemediği için boyutun ve ağırlığın azaltılması önemli zorluklar doğurur. Azaltılmış çelik miktarından termal faydalar sağlanmış, ancak yine de önemli miktarda ısı kaybı devam etmiştir [14]. Fiberle Güçlendirilmiş Polimer (FRP) konektörler daha sonra metalik konektörlerin yerini almak üzere tanıtılmış ve endüstri için yeni bir teknolojiyi temsil etmiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. FRP, çelikten (~50 W/mK) daha düşük bir termal iletkenlik (~1 W/mK) ile karakterize edilir ve bu nedenle konektörler olarak yalıtım katmanını geçerken daha az ısı aktarırlar [15].

Bir PCSP'nin üretimi, yapılan spesifik panel tipine ve prekast tesisine bağlı olarak değişir, ancak genel olarak ahşap/çelik kalıbın hazırlanmasından başlayarak ortak bir süreç izlenir. Hazır olduktan sonra çelik donatı yerleştirilir ve ilk kat beton dökülür. Öngerilmeli betonda, öngerme donatıları döşenir ve beton dökülmeden önce öngerme uygulanır. Beton henüz taze halde iken, bağlantı elemanları ve ısı yalıtım malzemesi, uygun olarak yerine sabitlenir. Son kat donatı yalıtım katmanının üzerine yerleştirilir ve ardından son kat beton dökülür. Betonun açıkta kalan yüzeyi, örneğin pürüzsüz bir görünüm için mala veya pürüzlü bir görünüm için fırça ile istenen görünümü sağlayacak şekilde bitirilirken, alt yüzey düzgün bir kalıp bitişine sahip olur. Sertleştikten sonra paneller kalıptan kaldırılır, yatay olarak dizilir ve sevkiyata kadar depolanır.

Sandviç paneller, dolgu için hafif iç çekirdek malzemeleri gerektirir. Hafif beton, dolgu malzemesine bir çözüm olabilir. Hafif beton, hafif agregalar kullanılarak üretilir [16, 17]. PCSP'ler gibi, hafif beton duvar panelleri (LCWP), çoğunlukla monte edilmiş binalarda taşıyıcı olmayan yapı elemanları olarak, genellikle bölme veya dış duvarlar için diğer malzemelerle kompozit paneller olarak kullanılmaktadır. Birleştirilmiş bir yapı olarak, hafif olmak birincil gereksinimdir. Duvar paneli ağırlığı, yapıdaki taşıyıcı elemanların kalıcı yükünü azaltırken, montajı tamamlanmış binanın tüm ağırlığının azaltılmasına yardımcı olabilir. Hafif



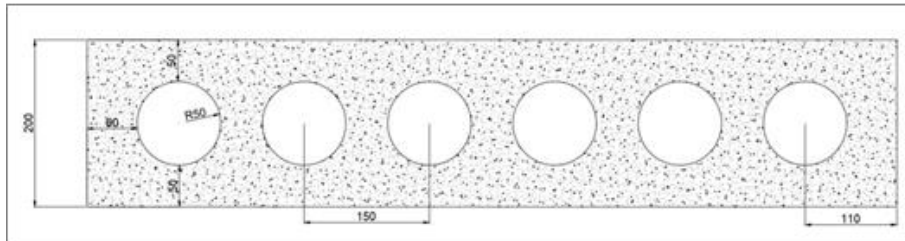
agregalı beton duvar panelleri, düşük ısı iletkenliği, düşük yoğunluğu, yüksek geçirgenlik direnci, düşük kuruma büzülmesi ve erken ve daha hızlı dayanım kazanımları nedeniyle fabrikasyon bina duvar paneli pazarında alternatif haline gelmiştir [18-25].

Son yıllarda akademik literatürde ortaya konan çok az sayıda prekast panelin hem yapısal hem de termal performansı için test sonuçları verilmiştir. Lee vd, 5 mm kadar düşük kalınlıklara sahip yeni bir PCSP tanıtmıştır [26]. Özellikle düşük kalınlık göz önüne alındığında, panel yüksek eğilme kapasitesi göstermiş, önemli yapısal mukavemete ancak nispeten zayıf termal özelliklere sahip olan panelin termal özellikleri tabakalar arasında genişmiş polistirenli beton kullanılarak iyileştirilmiştir. Hegger ve ark. [27], gömülü bir poliüretan yalıtım tabakası ve panelin kenarlarına çelik sabitlemelerle bağlanan iki ince Tekstil Takviyeli Beton (TRC) dokusundan yapılmış ince bir PCSP'yi tanıtmıştır. Poliüretan yalıtım malzemesi, Lee ve diğerleri tarafından araştırılan genişmiş polistirenli betona (0.49 W mK) göre önemli ölçüde daha düşük termal iletkenliğe (0.025 W/mK) sahiptir [26]. Abhijit Mandlik (2013), yoğunluğu değişen genişmiş polistiren (EPS) agrega betonunun basınç dayanımı, elastisite modülü, kuruma büzülmesi ve sünme gibi mühendislik özelliklerinin deneysel araştırmasını gerçekleştirmiştir [28]. Cavaleri vd (2003), dikey ve yanal yüklere maruz kalan hafif pomza beton duvar panelleri üzerinde yapılan testlerin sonuçlarını göstermiş ve benzer normal duvar paneli ve hafif genişletilmiş kil beton duvar panellerinden elde edilenlerle karşılaştırmıştır [29].

Bu çalışmada pomza agregalı hafif betondan boşluklu duvar paneli tasarlanmıştır. Hafif duvar panelinin boşluklarının 3 farklı yalıtım malzemesi ile doldurulması durumunda, ısı yalıtım performanslarındaki değişim Comsol Multiphysics ısı transfer modülü kullanılarak analiz edilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, tasarlanan hafif-yatay duvar panelinin genişliği 0.2 m, yüksekliği 1m ve boyu 4 m'dir. Panel, düşey yönde bir dizi silindirik boşluk içermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. 20 cm enindeki hafif duvar panelinin boşluk dizilimi, geometrisi ve et kalınlıkları (mm)



Hafif beton üretiminde, bağlayıcı olarak CEM I 42.5 R tipi (GÖLTAŞ) Portland çimentosu, hafif agrega olarak pomza ve karışım suyu olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Çimento fiziksel ve kimyasal analizleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. CEM I 42.5 R tipi Portland çimentosunun fiziksel ve kimyasal özellikleri [30]

Klinkerin Kimyasal Özellikleri (%)		Çimento Fiziksel Özellikleri	
SiO ₂	20.52	Hacimsel Genleşme (mm)	≤ 1
Al ₂ O ₃	4.00	İncelik (90µ, %)	0.10
Fe ₂ O ₃	3.45	İncelik (200µ, %)	1.10
CaO	64.28	Özgül Yüzey Alanı (cm ² /g)	3340
MgO	1.63	Priz Başlangıcı (dak)	185
SO ₃	2.53	Priz Sonu (dak)	240
Na ₂ O +K ₂ O	1.35	Özkütle (g/cm ³)	3.12
Kızdırma Kaybı	2.24		
Çimento Mekanik Özellikleri (MPa)			
2 günlük	Eğilme Dayanımı	1.2	Basınç Dayanımı (MPa)
7 günlük	(MPa)	5.8	39.3
28 günlük		7.2	51.0

Ayrıca duvar panelinin tasarımında donatı olarak R 106 tipi hasır çelik seçilmiştir. Hasır çelik özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir [31].

Çizelge 2. Hafif duvar paneli donatı (R 106 tipi çelik hasır) özellikleri [31]

Hasır Tipi	Çubuk Aralığı	Çubuk Çapı	Hasır Kesit Alanı (cm ² /m)	Hasır Birim Ağırlığı
	(mm)	(mm)	(cm ² /m)	(kg/m)
	Boy/En	Boy / En	Boy / En	
R 106	150 / 250	4.5 / 4.5	1.06 / 0.64	1.33
	Min. Akma Sınırı (f _{0.2} , kgf/cm ²)			5000
	Min. Çekme Dayanımı (f _{su} , kgf/cm ²)			5500
	Min. Kopma Uzaması (δ ₁₀ , %)			5

Pomza agregası Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi’nden temin edilmiştir. 4-8 mm tane boyutunda elenen pomza agregası, 110°C’de değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve TS EN 1097-6 standardına uygun olarak piknometre yöntemine göre tane yoğunluğu ve kütleye su emme oranı belirlenmiştir [32]. Etüv kurusu tane yoğunluğu ve kütleye su emme oranları Eşitlik 1 ve Eşitlik 2’de verilen bağıntılar yardımıyla hesaplanmıştır.



$$\rho_{rd} = \frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)} \quad (1)$$

$$\%WA_{24h} = \frac{M_1 - M_4}{M_4} \times 100 \quad (2)$$

Burada;

M_1 , doygun ve havada kurutulmuş agrega kütlesi, g; M_2 , doygun agrega ihtiva eden piknometre kütlesi, g; M_3 , sadece su ile doldurulmuş piknometre kütlesi, g; M_4 , etiv kurusu deney numunesinin kütlesi, g; WA_{24h} , agreganın 24 saatte kütlece absorbe ettiği su oranıdır.

Hafif beton agregası olarak kullanılacak pomza, kurutulduktan sonra laboratuvar tipi çeneli kırıcıda kırılmış, -4 mm boyutuna elenmiştir. Pomza agregasının incelik modülü TS 706 EN 12620 standardına göre Eşitlik 3’de verilen bağıntı kullanılarak belirlenmiştir [33]. Piknometre deneyinden elde edilen etiv kurusu tane yoğunluğu (ρ_{rd}) ve 24 sa’lik kütlece su emme (WA_{24h}) değerleri kullanılarak hacim metoduna göre hafif beton karışım tasarımı hazırlanmıştır.

$$FM = \frac{\Sigma(>4mm, +>2mm + >1mm + >0.5mm + >0.25 mm + >0.125 mm)}{100} \quad (3)$$

Burada; FM, ince agreganın incelik modülüdür.

Karışım tasarımında belirlenen bileşenlerin miktarları 0.5g hassasiyetli elektronik terazide tartılmış ve 50 L kapasiteli bir kovada elektrikli bir harç mikseri ile 90 s süreyle karıştırılmıştır. Hazırlanan karışıma TS EN 12350-2 standardına göre çökme testi yapılmış, sonrasında titreşimli bir tablada 100 mm küp, 100x100x500 mm kiriş ve 300x300x50 mm plaka kalıplarına dökülmüştür [34]. 24 sa sonra kalıptan çıkarılan hafif beton numuneleri 80°C’de 6 saat süreyle buhar kürüne maruz bırakılmıştır.

Buhar kürü tamamlanan numuneler hava dolaşimli etüvde 110°C’de değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kurutulmuş, 1/100 mm hassasiyetli elektronik kumpasla boyutları ölçülmüş, 0.5 g hassasiyetli elektronik terazi ile kütleleri tartılmıştır. TS EN 772-13 standardına göre, 100 mm küp numunelerin hacim ve kütle bulgularından hafif betonun net/brüt yoğunlukları Eşitlik 4’de verilen bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır



[35]. Ayrıca, 100 mm küp numunelerin basınç dayanımı (f_c) TS EN 772-1 standardına göre, giriş numunelerin eğilme dayanımı (f_{cf}) TS EN 772-6 standardına (4 noktadan yükleme yöntemine) göre belirlenmiş, sırasıyla Eşitlik 5 ve 6 kullanılarak hesaplanmıştır [36, 37].

$$\rho_n = \frac{m_{dry}}{V_n} \times 10^3 \quad (4)$$

Burada; ρ_n , kagir birimin net yoğunluğu, kg/m^3 ; m_{dry} , kagir birimin kuru kütlesi, g; kagir birimin net hacmi, cm^3 'tür.

$$f_c = \frac{F}{A_0} \quad (5)$$

Burada; f_c , kagir birimin basınç dayanımı, MPa; F, maksimum kuvvet, N; A_0 , yük uygulanan yüzey alanı, mm^2 'tür.

$$f_{cf} = \frac{F \times L}{b \times h^2} \quad (6)$$

Burada; f_{cf} , kagir birimin eğilme dayanımı, MPa; F, maksimum kuvvet, N; L, mesnetler arası mesafe, mm; b, girişin eni, mm ve h, girişin yüksekliği, mm'dir.

Plaka numune iklim kabininde 23°C ve %80 bağıl nemde koşullandırılmıştır. Kütlece nem dengesine ulaşan numunenin ısı iletkenlik katsayısı ($\lambda_{23,80}$), TS EN 12664 standardına uygun olarak, Lasercomp Fox 314 cihazıyla ölçülmüştür [38].

İlave olarak, yalıtım katmanlı paneller için 60 mm çapında, 25 mm yüksekliğinde poliüretan köpük, formaldehit köpük ve ısı yalıtım sıva numuneleri hazırlanmıştır. Numunelerin görünür yoğunlukları TS EN 1602 standardına göre belirlenmiş, numuneler iklim kabininde 23°C ve %80 bağıl nemde koşullandırılmıştır. TS EN 12667 standardına uygun olarak Lasercomp Fox 50 cihazıyla ısı iletkenlik katsayıları ($\lambda_{23,80}$) ölçülmüştür [39].

Comsol Multiphysic programı Isı transfer modülü kullanılarak, boşluksuz, boşlukları dolgunsuz, boşlukları PUR, FF ve IYS dolgulu 5 farklı panelin ısı iletkenlik katsayısı ($\lambda_{23,80}$) analiz edilmiştir. TS 825



standardında belirtilen ilkelere uygun olarak, panel duvarın ısı geçiş katsayısı (U_{panel}) değerleri hesaplanmış, TS 825 standardında dış duvarlar için belirtilen en yüksek ısı geçiş katsayısı (U_D) değerleri ile karşılaştırılmış ve ülkemiz iklim bölgelerine göre en uygun hafif beton panel türleri belirlenmiştir [40].

BULGULAR VE TARTIŞMA

Pomzanın kimyasal bileşenleri XRF yöntemine göre AKU Doğal Taş Analiz Laboratuvarı'nda yaptırılmış ve sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Pomza kimyasal bileşenleri

Malzeme Adı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	A.Z.
Pomza	67.50	14.90	3.10	2.90	2.51	4.00	2.75	0.10	2.18

4-8 mm tane boyutundaki pomza agregasının tane yoğunluğu ve su emme deneyleri TS EN 1097-6 standardına göre yürütülmüş ve bulgular Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Pomza agregası tane yoğunlukları ve kütlece su emme oranı

Agrega	ρ_a	ρ_{rd}	ρ_{ssd}	WA _{24h}	WA _{30m}
Pomza	1.309	0.645	1.152	78.57	55.82
	1.342	0.639	1.163	81.97	58.35
	1.436	0.679	1.206	77.66	53.48
Ort.	1.362	0.654	1.174	79.40	55.88
WA _{24h}	24 saatte kütlece su emme oranı				
WA _{30m}	30 dak da kütlece su emme oranı				
ρ_a	Görünür tane yoğunluğu, g/cm ³				
ρ_{rd}	Etüv kurusu tane yoğunluğu, g/cm ³				
ρ_{ssd}	Doygun-yüzeyi kuru tane yoğunluğu, g/cm ³				

Hafif beton üretiminde- 4 mm boyutlu pomza agregası kullanılmıştır. Pomza agregasının elek analizi yapılmış, incelik modülü TS 706 EN 12620 standardına göre hesaplanmış ve bulgular Çizelge 5'de verilmiştir [33].

Çizelge 5. Pomza agregasının tane boyut dağılımı ve incelik modülü

Elek Aralığı (mm)	Yığılımlı Elekte Kalan (%)	Yığılımlı Elekten Geçen (%)
8.00	0.0	100.0



4.00	3.0	97.0
2.00	24.2	75.8
1.00	50.9	49.1
0.50	66.5	33.5
0.25	78.8	21.2
Pan	100.0	0.0
FM		2.21

Pomzanın etüv kuru su tane yoğunluğu (ρ_{rd}) ve 24 sa su emme (WA_{24h}) değerleri dikkate alınarak, hafif betonun bileşenleri hacim esas yöntemine göre hesaplanmıştır (Çizelge 6). Agrega %100 kuru duruma getirilmiş, tasarımdaki pomza miktarı ve su emme oranı dikkate alınarak karışıma su ilave edilmiştir.

Çizelge 6. Hafif betonun karışım tasarımı

Bileşenler	Miktar (kg)	ρ (g/cm ³)	Hacim (dm ³)
Çimento	300	3.12	96
Pomza	477	0.65	734
Karışım Su ¹	150	1.00	150
Hava	-	-	20
Toplam			1000
s/c		0.5	

¹Pomzanın su emmesi dahil değildir

Taze hafif beton karışımına TS EN 12350-2 standardına göre çökme testi ve TS EN 12350-6 standardına göre yoğunluk testi yapılmış, kıvam sınıfı K3 (12 cm) ve taze beton yoğunluğu 1045 kg/m³ olarak belirlenmiştir [34, 41]. Sonrasında hafif beton karışımı küp, giriş ve plaka kalıplarına dökülmüş ve 1 gün kalıpta bekletilmiştir. Kalıptan çıkarılan numunelere 6 saat süreyle 80°C'de buhar kürü uygulanmıştır. Buhar kürü ardından 105°C'de kuru duruma getirilen numunelerin küp numunelerin yoğunluğu (ρ_n) ve basınç dayanımı (f_c) deneyleri yürütülmüş, bulgular Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Sertleşmiş küp numunelerinin boyutları, yoğunluğu ve basınç dayanımı değerleri

N.	a ₁	a ₂	h	M _{dry}	V	ρ_n	F	f _c
No	(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(cm ³)	(kg/m ³)	(N)	(N/mm ²)
1	100	100	100	786.25	1000	786	44591	4.46
2	100	100	100	793.50	1000	794	41933	4.19



3	100	100	100	793.12	1000	793	47519	4.75
4	100	100	100	785.94	1000	786	44327	4.43
Ort.						791		4.46

Ayrıca buhar kürü uygulanan kiriş numunelerinin eğilme dayanımı bulguları da Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Kiriş numunelerinin boyutları, yoğunluğu ve basınç dayanımı

N. No	w _{ort}	h _{ort}	L _{ort}	L _m	M _{dry}	V	ρ_n	F	f _{cf}
1	99.28	100	499.45	400	4200	4914	855	1153	0.46
2	99.39	99.48	499.44	400	3655	4944	739	1082	0.44
3	99.85	99.95	499.70	400	3962	5000	792	1122	0.45
Ort							795		0.45
w	Kirişin eni, mm			h	Kirişin yüksekliği, mm				
L _k	Kirişin boyu, mm			L _m	Mesnetler arası mesafe, mm				
M _{dry}	Kuru kütle, g			ρ_n	Kuru net yoğunluk, kg/m ³				
V	Hacim, cm ³			F	Kırılma Yüğü, N				
f _{cf}	Eğilme Dayanımı, MPa								

300x300x53 mm boyutlarında, hafif beton panel numunenin yüzeyleri aşındırılıp düzeltildikten sonra hava dolaşımı etüvde 110°C’de değişmez kütleye kadar kurutulmuş, 1/100 mm hassasiyetli elektronik kumpasla boyutları ölçülmüştür. Numunelerin 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi ile kütlesi tartılmış ve ısı iletkenlik katsayısı ($\lambda_{10,kuru}$) TS EN 12667 standardına uygun olarak, Lasercomp Fox 314 cihazı ile ölçülmüştür [39]. Ölçüm işleminde cihazın sıcak ve soğuk plaka sıcaklık farkı (ΔT) 10°C’dir. Numune boyut, kütle, yoğunluk ve ısı iletkenliğine ait bulgular Çizelge 9’da verilmiştir.

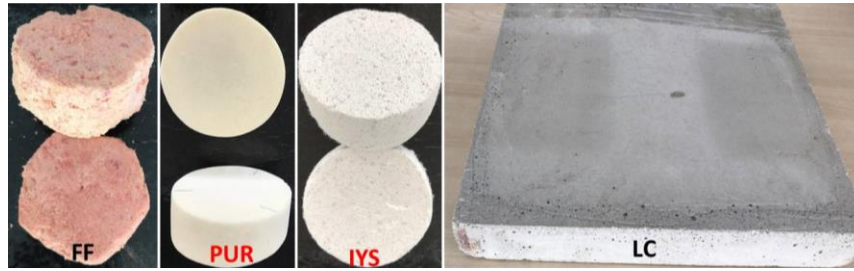
Çizelge 9. Hafif beton numunesine ait yoğunluk ve ısı iletkenlik bulguları

Numune Türü	L ₁ (mm)	L ₁ (mm)	h _{ort} (mm)	V (cm ³)	M _{kuru} (g)	ρ_{kuru} (kg/m ³)	$\lambda_{10,kuru}$ (W/mK)
Hafif Beton	301.15	301.50	52.43	4760	3664	770	0.1435

Panelde ısı yalıtım dolgusu olarak kullanımı öngörülen poliüretan köpük (PUR), fenol formaldehit köpük (FF) ve ısı yalıtım sıvası (IYS) numunelerinden 60 mm çapında ve 25 mm yüksekliğinde numuneler



hazırlanmıştır (Şekil 2). Boyutları 1/100 mm, kütleleri 1/100 g duyarlılıkla ölçülmüş, hacimleri ve yoğunlukları hesaplanmıştır. Isıl iletkenlik katsayısı ($\lambda_{10,kuru}$), Lasercomp Fox 50 cihazı ile TS EN 12667 standardına uygun olarak ölçülmüş ve bulgular Çizelge 10'da verilmiştir [41].



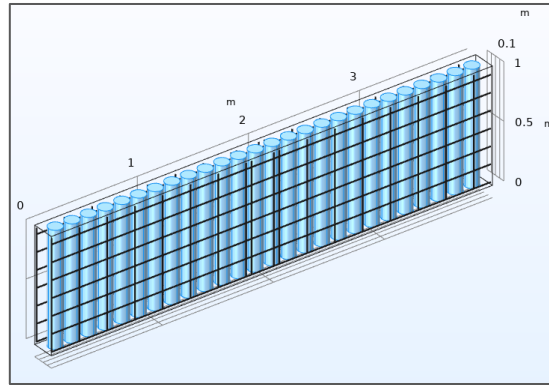
Şekil 2. Isı iletkenlik katsayıları ölçülen dolgu (FF, PUR, IYS) ve hafif beton (LC) numuneleri

Çizelge 10. Isı yalıtım dolgu malzemelerinin yoğunluk ve ısıl iletkenlik bulguları

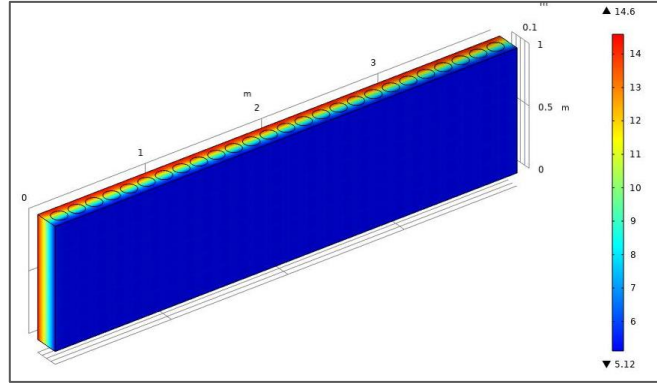
Dolgu Türü	R (mm)	h_{ort} (mm)	V (cm^3)	M_{kuru} (g)	ρ_{kuru} (kg/m^3)	$\lambda_{10,kuru}$ (W/mK)
PUR	59.55	24.35	67.78	4.09	60.34	0.0237
FF	57.38	22.44	58.00	1.84	31.73	0.0234
IYS	55.72	23.15	56.42	16.54	293.15	0.0639
Hava	-	-	-	-	-	0.1430 ¹

¹ Boşluk boyutlarına bağlı olarak Comsol programından seçilmiştir

Comsol Multiphysics Programı Isı transfer modülü kullanılarak, boşluksuz, dolgusuz, boşlukları FF, PUR ve IYS dolgulı panel tasarımlarında transfer olan ısı miktarı (Q/A) analizleri yapılmıştır (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Isı transfer analizinde, panelde kullanılan çelik hasır ve tasarlanan boşlukların 3D görünümü



Şekil 4. PUR dolgulu duvar paneli kesitinde ısı kaybına bağlı sıcaklık dağılımı

Cmsol Multiphysics Programı Isı Transfer Modülü kullanılarak, 5 farklı panel tipi için $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$ koşulunda ısı kaybı analizleri yapılmıştır. Her bir panel tipinin ısı iletkenlik katsayısı (λ_{pr}), iç ve dış yüzey ısı dirençleri hariç panel ısı dirençleri (R_{pr}) hesaplanmıştır. Sonrasında panellerin kuru durumda ısı iletkenlikleri ($\lambda_{10-kuru}$), 23°C ve %80 bağıl nem koşulunda ($\sim\%6$ nem absorpsiyonu) durumunda ısı iletkenlik (λ_{23-80}) hesaplanmıştır. Paneller birim alanda yatay ve düşey derz içermedikleri için ısı iletkenlik hesap değerleri (λ_h), λ_{23-80} ile eşittir. Sonrasında yüzey ısı dirençleri dahil duvar panellerinin ısı dirençleri (R_D) ve ısı geçiş değerleri (U_D) hesaplanmıştır. Tüm ölçüm ve hesap değerleri Çizelge 11’de verilmiştir.

Çizelge 11. Panel tipine göre $\lambda_{10-kuru}$, λ_{23-80} , λ_h , R_D ve U_D değerleri

Panel Tipi	Q/A	Δt	Δx	λ_{pr}	R_{pr}	$\lambda_{10-kuru}$	$\lambda_{23,80}$	λ_h	R_D	U_D
Boşluksuz	6.487	10.0	0,20	0.1297	1.371	0.145	0.1546	0.1546	1.29	0.68
Boşluklu-	6.480	10.0	0.20	0.1296	1.373	0.145	0.1544	0.1544	1.29	0.68
IYS dolgulu	4.917	10.0	0.20	0.0737	1.864	0.078	0.1137	0.1137	1.75	0.52
PUR dolgulu	3.687	10.0	0.20	0.0734	2.542	0.078	0.0834	0.0834	2.39	0.39
FF dolgulu	3.672	10.0	0.20	0.0983	2.553	0.078	0.0830	0.0830	2.40	0.39

Q/A Transfer olan ısı miktarı, W/m^2

ΔT Sıcaklık farkı, K

λ_{pr} Programla hesaplanan ısı iletkenlik, W/mK

Δx Numunenin kalınlığı, m

R_{pr} Yüzey dirençleri hariç, hesaplanan ısı direnç (m^2K/W)

$\lambda_{10-kuru}$ Yüzey dirençleri dahil, kuru durumda hesaplanan ısı iletkenlik (W/mK)

$\lambda_{23,80}$ 23°C ve %80 nemde hesaplanan ısı iletkenlik, W/mK

λ_h Duvarın ısı iletkenlik hesap değeri, W/mK


 R_D Duvarın ısı direnci, m^2K/W
 U_D Duvarın ısı geçiş katsayısı, W/m^2K

TS 825 standardı Çizelge A3'e göre dış duvarlar için en yüksek U_D değerleri, Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Ülkemizde iklim bölgelerine göre maksimum ısı geçiş değerleri [40].

İklim Bölgeleri	U_D (W/m^2K)
1. Bölge	0.66
2. Bölge	0.57
3. Bölge	0.48
4. Bölge	0.38
5. Bölge	0.36

SONUÇLAR

Ülkemiz 5 farklı iklim bölgesi için pomza agregalı hafif betondan 5 farklı yatay duvar paneli tasarımı yapılmıştır. Analiz edilen panellerden 1 adedi boşluksuz ve 4 adedi %35 boşluk içermektedir. Boşluk içeren panellerden 1 adedi yalıtım dolgusuz ve diğerleri PUR, FF ve IYS dolguludur. Yatay duvar panelleri hafif beton ortalama basınç dayanımı ~ 4.5 MPa, net yoğunluğu ~ 800 kg/m^3 ve brüt yoğunluğu ~ 550 kg/m^3 tür.

Boşluksuz panel U_D değeri 0.68 W/m^2K olup, TS 825 standardına göre 1. İklim bölgesi için dahi- ilave bir mantolama yapılmadan- kullanımı uygun değildir.

Boşlukları dolgusuz panel U_D değeri boşluksuz panel ile aynıdır (0.68 W/m^2K). Bu panelin de 1. İklim bölgesi için dahi- ilave bir mantolama yapılmadan- kullanımı uygun değildir.

293 kg/m^3 kuru yoğunluğa sahip IYS dolgulu panelin U_D değeri 0.52 W/m^2K 'dir. İlave bir yalıtım katmanı uygulanmadan kullanımı yalnızca 1. ve 2. Bölgeler için uygundur.



PUR ve FF dolgulu panellerin U_D değeri $0.39 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. İlave bir yalıtım katmanı uygulanmadan kullanımı 1., 2. ve 3. Bölgeler için uygundur. Bununla birlikte ısı yalıtım dolgularının birim hacim kütlelerinde çok az bir azalma ile ısıl iletkenlik değerlerinde sağlanacak küçük bir azalma ile 4. ve 5. Bölgede de yalın halde kullanımı mümkün hale getirilebilir.

PUR ve FF dolgulu panellerde, boşluk kesitlerinde %5 oranında bir artışla U_D değerleri 0.36 W/mK değerine azaltılabileceği belirlenmiştir. Bu durumda bu panel tiplerinin 5. Bölge için de yalın halde kullanımı mümkün olabilecektir.

KAYNAKÇA

- [1] Eser, L., (1982). Ön yapım endüstrileşmiş yapı, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- [2] Eşiyok, Ü., (2000). Konut üretiminde prefabrikasyona bağlı teknolojiler, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] LakshmiKandhan K. N., Harshavardhan B. S., Prabakar J., and Saibabu S., (2017). Investigation on Wall Panel Sandwiched With Lightweight Concrete, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 225 (2017) 012275. doi:10.1088/1757-899X/225/1/012275
- [4] P.C.I. Committee, (2011). State-of-the-art of precast/prestressed sandwich wall panels, PCI J. .
- [5] Gleich H., New Carbon Fiber Reinforcement Advances Sandwich Wall Panels, Structure Magazine (April). (2007) 61–63.
- [6] Kim Y.J., Allard A., Thermal response of precast concrete sandwich walls with various steel connectors for architectural buildings in cold regions, Energy Build. 80 (2014) 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.05.022>.
- [7] O'Hegarty R., Reilly A., West R., Kinnane O., (2019). Thermal investigation of thin precast concrete sandwich panels, J. Build. Eng. 100937. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100937>.
- [8] Wilden H., (2014). PCI Design Handbook: Precast and Prestressed Concrete 7th ed., Prestressed Concrete Inst.
- [9] IMPRESS H2020, (2019). New Easy to Install and Manufacture PRE-Fabricated Modules Supported by a BIM based Integrated Design ProceSS, Impress. 2019. <http://www.project-impress.eu> (accessed April 1, 2019).
- [10] SESBE, SESBE – Smart Elements for Sustainable building Envelopes, (2019). <http://www.sesbe.eu/> (accessed April 15, 2019).
- [11] Hegger J., Zell M., Horstmann M., (2008). Textile Reinforced Concrete – Realization in applications, Tailor Made Concrete Structures - Walraven & Stoelhorst.
- [12] Portal W. N., Flansbjerg M., Zandi K., Wlasak L., Malaga K., (2017). Bending behaviour of novel Textile Reinforced Concrete-foamed concrete (TRC-FC) sandwich elements, Compos. Struct. 177 104–118. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.06.051>.
- [13] Shams A., Horstmann M., Hegger J., (2014). Experimental investigations on Textile- Reinforced Concrete (TRC) sandwich sections, Compos. Struct. 118, 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2014.07.056>.
- [14] Lee B.J., Pessiki S., (2008). Revised zone method R-value calculation for precast concrete sandwich panels containing



metal wythe connectors, PCI J.

- [15] Keenehan J., Concannon K., Hajializadeh D., McNally C., (2012). Numerical Assessment of The Thermal Performance of Structural Precast Panels, University College of Dublin.
- [16] Saradhi Babu D., Ganesh Babu K., Wee T.H., (2005). Properties of lightweight expanded polystyrene aggregate concretes containing fly ash, Cement and Concrete Research, vol. 35, pp.1218-1223.
- [17] Yi X., Jiang L., Xu J., Li Y., (2012). Mechanical properties of expanded polystyrene lightweight aggregate concrete and brick, Construction and Building Materials, vol. 27, pp. 32–38.
- [18] Evola, G. Marletta, L., (2014). The effectiveness of PCM wallboards for the energy refurbishment of lightweight buildings. Energy Procedia, 62, 13–21.
- [19] Liu, P., Gong, Y.F., Tian, G.H., Miao, Z.K., (2021). Preparation and experimental study on the thermal characteristics of lightweight prefabricated nano-silica aerogel foam concrete wallboards. Constr. Build. Mater., 272, 121895.
- [20] Kuznik, F., Virgone, J., Noel, J., (2008). Optimization of a phase change material wallboard for building use. Appl. Therm. Eng., 28, 1291–1298.
- [21] Han, R., Qing, Y., (2017). Study on the material performance of ceramsite concrete roof brick. Procedia Eng., 205, 642–649.
- [22] Zhang, Y.G., Shi, Y.X., Shi, J.B., Wang, Q.X., Ni, K.; Zhang, F.S., (2017). An experimental research on basic properties of ceramsite cellular concrete. Adv. Mater. Res., 1142, 329–333.
- [23] Fan, L., Zhang, Z., Yu, Y., Li, P., Cosgrove, T., (2017). Effect of elevated curing temperature on ceramsite concrete performance. Constr. Build. Mater., 153, 423–429.
- [24] Ji, T., Zheng, D.D., Chen, X.F., Lin, X.J., Wu, H.C., (2015). Effect of prewetting degree of ceramsite on the early-age autogenous shrinkage of lightweight aggregate concrete. Constr. Build. Mater., 98, 102–111.
- [25] Chen, Y., Hui, Q., Zhang, H., Zhu, Z., Wang, C., Zhao, J., (2020). Experiment and application of ceramsite concrete used to maintain roadway in coal mine. Meas. Control, 53, 1832–1840.
- [26] Lee H., Kang S.H., Ha Y.J., Hong S.G., (2018). Structural Behavior of Durable Composite Sandwich Panels with High Performance Expanded Polystyrene Concrete, Int. J. Concr. Struct. Mater. 12, 21. <https://doi.org/10.1186/s40069-018-0255-6>.
- [27] Hegger J., Will N., Horstmann M., (2009). Summary of Results for the Project INSUSHELL- of the Institute of Structural Concrete (IMB), RWTH Aachen University.
- [28] Mandlik A., (2013). Lightweight Concrete Using EPS. International journal of science and research (IJSR), ISSN 2319-7064.
- [29] Cavaleri L., Miraglia N., Papia M., (2003). Pumice concrete for structural wall panels, Engineering Structures 25, 115–125.
- [30] Göltaş AŞ. Aralık 2021 Çimento analiz raporu.
- [31] <https://ayescelik.com/urun/3/R-Tipi-celik-Hasir>. Erişim tarihi: 28.03.2022
- [32] TS EN 1097-6, (2013). Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler- Bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini, TSE, Ankara.
- [33] TS 706 EN 12620, (2009). Beton agregaları, TSE, Ankara.
- [34] TS EN 12350-2, (2019). Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 2: Çökme (slump) deneyi, TSE, Ankara.
- [35] TS EN 772-13, (2002). Kâgir birimler- Deney metotları- Bölüm 13: Kâgir birimlerin net ve brüt kuru birim hacim kütlelerinin tayini, TSE, Ankara.
- [36] TS EN 772-1, (2015). Kâgir birimler- Deney yöntemleri- Bölüm 1: Basınç dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- [37] TS EN 772-6, (2004). Kâgir birimler- Deney metotları- Bölüm 6: Beton kâgir birimlerin eğilmede çekme dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- [38] TS EN 12664, (2009). Yapı malzemeleri ve mamulleri- Isıl direncin, korumalı tablalı ısıtıcı ve ısı akı ölçerinin kullanıldığı metotlarla tayini- Isıl direnci orta ve düşük seviyede olan kuru ve rutubetli mamuller, TSE, Ankara.
- [39] TS EN 12667, (2003). Yapı malzemeleri ve mamullerinin ısı performansları- Mahfazalı sıcak plaka ve ısı akış sayacı metotlarıyla ısı direncin tayini- Yüksek ve orta ısı dirençli mamuller, TSE, Ankara.
- [40] TS 825, (2009). Binalarda ısı yalıtım kuralları, Ankara, TSE.
- [41] TS EN 12350-6, (2002). Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 6: Birim hacim kütlesi.



DURUSİL: KENDİ KENDİNE YAPIŞAN YERLİ ÜRETİM SİLİKON BANT

Hande EYVAZOĞLU¹, Mercan YÜKSEK¹, Mucize Ceren MİÇONUNOĞLU², Gökhan GEREDELİ¹

¹ Başoğlu Kablo ve Profil San. Ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi 1, 14240 BOLU

² Başoğlu Kablo ve Profil San. Ve Tic. A.Ş. Tasarım Merkezi, 45030 MANİSA

(e-posta: gokhan.geredeli@basoglu.com)

GİRİŞ

Kendi kendine yapışan/kaynaşan (self-fusing) bantlar, genellikle kendiliğinden birleşen bantlar olarak adlandırılır. Bu bantlar çeşitli endüstrilerde ve uygulamalarda benzersiz ve vazgeçilmez bir yer edinmiştir. Bu olağanüstü bantlar, kimyasal yapıştırıcılara veya harici ısı kaynaklarına ihtiyaç duymadan güçlü ve esnek bir bağ oluşturarak uygulama sırasında kendi kendine kaynaşacak/yapışacak şekilde tasarlanmıştır [1]. Başarısının anahtarı, polimer bazlı malzemelerin birincil bileşenler olarak öne çıktığı bileşimlerinde ve tasarımlarında yatmaktadır. Bu çalışmada, özellikle polimer bantların özellikleri, üretim süreçleri ve uygulamaları incelenerek, silikon bazlı kendi kendine yapışan bantın hammadde ve üretim tasarımlarının yerli imkanlar ile yapılarak, geliştirilen ürünün fiziksel ve performans özellikleri test edilmiştir ve ayrıca saha testleri yapılmıştır.

Yapışkan bantlar

İlk başlarda, basınca duyarlı yapıştırıcılar doğal kauçuk ve reçineden yapılarak cerrahi yöntemler için kullanılmıştır. Otomotiv endüstrisinde sprey boyamanın kullanılmaya başlanmasıyla da boyanmaması gereken alanların kapatılıp korunması için kullanılmış ve bu şekilde bantlar yavaş yavaş endüstriyel açıdan geliştirilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Yapıştırıcı bantlar, genel olarak yapışkan bir yüz ve onu destekleyen bir katmandan oluşmaktadır. Herhangi bir ısı veya çözücü ihtiyacı duyulmadan sadece basınç uygulanarak istenilen bölgeye uygulanabilir olması, pratik ve hızlı olması kullanım alanını ilerleyen zamanlarda gittikçe arttırmıştır.

Genel olarak kullanılan yapıştırıcı bant tipleri;

- Basınç duyarlı bantlar: Yapıştırıcı yüzey, yapıştırıcı yüzeyi taşıyıcı katman ve ayırıcı katmandan oluşur.
- Çift taraflı bantlar: Hem alt hem de üst yüzeyinde yapıştırıcı olan ve birbirine yapışmasını önleyen bir ayırıcıdan oluşur.
- Yapışkan pedler: Bantlardan biraz daha kalın, çift yüzeyi de yapışkan ve yapıştırıldığı yüzeyden rahat ayrılmasını sağlayan elastikiyet özelliğine sahiptir.
- Medikal bantlar: Tek tarafı yapışkan ve o yüzeyin arınık kalmasını sağlayacak bir destekleyici bir yüzeyden oluşur. (Yara bandı gibi)



- Etiket Bantlar; Üzerine yazılabilir ve çıktı alınabilir bir çeşit olup bu yüzeyin altı yapışkandır ve onu destekleyecek bir katman daha bulunur [2]

Yapışma mekanizması

Yapışkanlar genel olarak sıvı fazda alt tabakaya uygulanır ve moleküler çekim kuvvetlerinin tabakayı ıslatması sağlanır, daha sonra katılarak arada bir bağ oluşumu sağlanır. Bu bağ aradaki viskoelastik deformasyon enerjisine ulaşana kadar sağlam kalır.

Islanma termodinamik ve kinetik faktörlere bağlıdır. Alt tabakanın ıslanması yapıştırıcının ve alt tabakanın yüzeyel enerjisine bağlıdır [2].

Tablo 1. Polimer Substratların Kritik Yüzey Gerilimleri (mN/m) [2]

Polytetrafluorethylene	19.5
Poly(dimethylsiloxane)	22
Polypropylene	29
Polyethylene	34.5
Poly(methyl methacrylate)	41
Poly(vinyl chloride)	41
Polystyrene	42
Poly(ethylene terephthalate)	42.5
Polyamide 66	44

Kendi kendine yapışan bant

Kendiliğinden birleşen bantlar olarak da bilinen kendiliğinden kaynaşan bantlar, benzersiz yapıştırma özellikleriyle tanınan çok yönlü bir yapışkan bant sınıfıdır. Bu bantlar, bir nesnenin etrafına gerildiğinde ve sarıldığında kendi kendine kaynaşacak şekilde tasarlanmıştır ve ek yapıştırıcılara ihtiyaç duymadan güçlü ve birbirini sıkı tutan bir bağ oluşturur. Bu tür bantlar şu özelliklere sahiptir;

- Kendiliğinden Yapışma: Kendinden kaynaşan bantlar kendi kendilerine yapışarak güçlü ve kesintisiz bir bağ oluşturur. Böylelikle yapıştırıcılara ihtiyaç duymadan güvenilir bir sızdırmazlık sağlar.
- Esneklik: Kendinden kaynaşan bantlar tipik olarak esneyebilen ve çeşitli şekil ve yüzeylere uyum sağlayabilen esnek malzemelerden yapılır. Bu esneklik onları düzensiz veya pürüzlü yüzeyler için uygun hale getirir [3].
- Dayanıklılık: Bu bantlar nem, UV radyasyonu ve sıcaklık değişimleri gibi çevresel faktörlere karşı esneklik ve direnç gösterir. Zorlu koşullarda bile etkinliklerini korurlar.
- Kalıntı Bırakmama: Kendinden kaynaşan bantlar çıkarıldığında geride yapışkan kimyasal bir kalıntı bırakmaz, bu da temizliğin veya yeniden kullanılabilirliğin önemli olduğu uygulamalarda bir avantajdır.



Kendi kendine yapışan bantların esneklikleri ve esneme kabiliyetleri sebebiyle birçok alanda uygulanabilir olması, sızdırmazlık gereken alanlarda hızlı çözümler yaratması, yalıtkan özellik göstermesi sebebiyle elektrik alanında da güvenilir bir şekilde kullanılması ve birçok kimyasal ile ve de hava koşullarına karşı dayanıklı olması gibi avantajlar çeşitli endüstrilerde kullanılması için çok geçerli nedenler oluşturmaktadır [4].

Kendi kendine yapışan bantlar, genellikle kauçuk olmakla birlikte belirli uygulamalara göre uyarlanmış malzemelerle çeşitli tiplerde mevcuttur. Üretildiği kauçuk tipine göre bazı yaygın türler şunlardır:

- Kendi kendine yapışan silikon bazlı bantlar: Silikon bantlar yüksek sıcaklık dirençleri, elektrik yalıtım özellikleri ve esneklikleri ile öne çıkarlar. Elektrik, sıhhi tesisat ve otomotiv uygulamalarında çokça kullanılırlar [2].
- Kendi kendine yapışan hidrokarbon bazlı bantlar: Genellikle borular ve hortumlar da dâhil olmak üzere sızdırmazlık ve yalıtım uygulamalarında kullanılırlar. Esneklikleri iyidir.

Kendi kendine yapışan silikon bantlar

Kendi kendine yapışan silikon bantlar, bir nesnenin etrafına kendi üzerine temas edecek şekilde gerdirilerek sarıldığında kendi kendine yapışma özelliğine sahip bir bant sınıfıdır. Bu benzersiz özellikleri sayesinde; sızdırmazlık, yalıtım ve koruma için hızlı ve güvenilir çözümler gerektiren uygulamalarda çığır açan bir çözüm olmuştur. Kendi kendine yapışan silikon bantlar, -55 °C ile +260 °C aralığında çalışabilme imkanı ile geniş bir sıcaklık dayanım özelliğine sahiptir. Ayrıca pek çok kimyasala karşı da dayanıklı olup, elektriksel uygulamalar için ihtiyaç duyulan yüksek dielektrik özelliklerine de sahiptir. Hava/su kaçağı gibi durumlarda yüksek sızdırmazlık sağlar. Kendileri dışında herhangi bir yüzeye yapışmazlar.

Genel olarak vulkanize olmamış veya yarı vulkanize olmuş elastomerler ile reçineli yapışkanlık özelliği veren materyallerden oluşturulurlar [2]. Elastomerler sınıfında yer alan ve çok yönlü bir sentetik malzeme olan silikon, kendi kendine yapışan silikon bantların temelini oluşturur. Silikon, ana zincirinde oksijen atomları ve bu oksijen atomlarına bağlı silisyum atomları barındıran bir polimerdir. Bu silisyum-oksijen özel bağı silikona; yüksek sıcaklık dayanımı, pek çok kimyasala karşı dirençli ve inert olması, dielektrik özellikler bakımından iyi olması, iklim koşullarına dayanıklı olması, UV direnç gibi üstün özellikler katmaktadır. Silikonun bu özellikleri kendi kendine yapışan silikon bantlarında çok geniş alanlarda uygulanabilir ve uzun süreler kullanılabilir olmasına imkan tanımaktadır. Bu özelliklerinin yanında, toksik olmayan bir malzeme olması sebebiyle gıda, içme suyu veya hassas ortamlarla temasın söz konusu olduğu uygulamalarda kullanım için güvenli kabul edilir.

Kendisi dışında başka bir yüzeye yapışmaması, solvent içermemesi, etkinliği ve pratikliği sebebiyle son yıllarda rağbet görmeye başlamıştır [2]. Ancak yeni bir ürün tipi olması sebebiyle literatürde hakkında yapılan çalışmalar özellikle ülkemizde oldukça sınırlıdır ve yeni çalışmaların yapılıp geliştirilmesine ve bu teknolojinin ilerletilmesine ihtiyaç vardır.

Kendi kendine yapışan silikon ve diğer polimer bantların karşılaştırılması

Hidrokarbon bazlı diğer polimer bantların özellikleri;



- Etilen Propilen Dien Monomer Kauçuk (EPDM) tipinden üretilen kendine kaynaşan bantlar hava koşullarına olan dayanıklılığı, iyi elektriksel yalıtımı ve elastikiyetiyle bilinir ve otomotiv uygulamalarında kullanılır. Ancak UV altında kimyasallarla yapılmış literatürdeki çalışmalarda etkileşime girdiğinde mekanik dayanımlarının düştüğü ve yüzeysel olarak bozunmalar olduğu tespit edilmiştir [7]. Ayrıca sıcaklık dayanımları da silikona göre düşüktür.
- Bütil Kauçuktan yapılan kendinden kaynaşan bantlar ise su sızdırmazlığın önemli olduğu yerlerde kullanım için oldukça ideal bir tiptir. Doymuş ve kararlı bir yapısı vardır bu nedenle vulkanizasyon hızı düşüktür. İkili bağ bulundurması sebebiyle Ozon ve UV'ye karşı silikondan daha hassastır. Elastikiyet bakımından Poly(dimethylsiloxane)'a göre daha zayıftır [8].
- Vinil bazlı kendinden kaynaşan bantlar elektriksel yalıtım, kablo tesisatı ve sızdırmazlık için kullanılır, silikondan ve diğer kauçuk bazlı bantlardan daha az popülerdir. Vinil bazlı kendinden kaynaşan bantlar özelliklerini yitirmeden çalışabileceği sıcaklık aralığı silikon bantlara göre daha dardır, UV dayanımı silikona göre daha düşüktür, elastikiyet olarak silikona göre daha zayıf olduğundan düzensiz geometrilere kullanımı verimli değildir. Silikon kauçukların, sentetik kauçuklara göre termal stabilitesi, elektrik yalıtımı ve kimyasallara karşı dayanımı organik kauçuklara göre daha iyidir, bunun sebebiyse Si-O bağ enerjisi (460 kJ/mol) C-C bağ enerjisinden (346 kJ/mol) daha büyük olmasıdır [9].

Kendi kendine yapışan silikon bantların özellikleri;

- Hem çok düşük hem çok yüksek ekstrem sıcaklıklarda elastikiyet özelliğini büyük oranda koruyabilir ve kırılma geçirmez.
- Yüksek dielektrik özelliği, elektriksel bağlantılarda iyi bir yalıtkanlık sağlar [2]
- UV radyasyonuna ve ozona karşı yüksek dirençli olması, silikon bazlı bantları zorlu hava koşullarının olduğu kullanımlarda uygun hale getirir. Direkt olarak güneş ışığına veya ozona maruz kaldığında kırılma geçirmez veya bozulmaz.
- Birçok kimyasala karşı olan direnci, otomotiv ve endüstriyel sanayilerde uygulanmasını yaygınlaştırmıştır.
- Silikon bazlı kendi kendine yapışan bantların esnekliği düzensiz geometrilere bile sızdırmazlık elemanı olarak kullanıma uygun hale getirir.
- Silikon bazlı kendi kendine yapışan bantların yüzeyinde kimyasal yapıştırıcı barındırmaması, uygulandığı yüzeyden ayrıldığında kalıntı bırakmamasını sağlar. Bu özellikle otomotiv ve denizcilik gibi hassasiyet gerektiren sektörlerde avantajlıdır.
- Genel olarak uygulandığında uzun ömürlü bir kullanım sağlar, bu özelliği sayesinde dayanıklılığın önemli olduğu alanlarda kullanılabilmesine olanak sağlar.

Özetle UV ve uç sıcaklıklara dayanıklılık, elektriksel yalıtım, sızdırmazlık ve ozona dayanıklılık gibi hassasiyet gerektiren uygulamalarda silikon bazlı kendinden kaynaşan bant kullanmak daha uygun ve güvenilir bir seçenek olacaktır [4], [5].

GEREÇ VE YÖNTEM

Hammadde araştırması yapılarak birbirine yapışma özelliği sağlayacak hammadde reçete tasarımları yapıldı. Uygun reçetenin işlenmesi için ekstrüzyon kalıp tasarımları yapılarak dikey ve yatay ekstrüzyon yöntemleriyle üretimleri denenmiştir ve en uygun proses parametreleri belirlenmiştir. Yatay ve dikey



ekstrüzyon yöntemleri, polimerin bir başlıktan vida yardımıyla akışa zorlanarak şekillendirilmesi işlemidir. Bu ürünün üretimi için ayrıca gerekli olan soğutma ve sarma sistemi ekstrüzyon hattına entegre edilmiştir. Uygulanan test yöntemleri aşağıdaki gibidir.

Testler

Kopma anında uzama ve kopma muavemeti testi

Kopma anında uzama testi ASTM D3759 standardına göre uygulanmıştır. Bu yöntemde 150 mm uzunluğundaki test parçası 50 mm/dk hızla görsel 2'de gösterildiği yönlerde çekilerek koptuğu andaki kopma mukavemeti değeri N/mm^2 olarak, kopma anındaki uzama değeri de % olarak kaydedilmiştir.



Görsel 2. Kopma anında uzama test görseli

Su absorpsiyonu deneyi

Bu deneyde Durusil bandın su sızdırmazlık özelliği gösterirken suyu ne kadar absorbe ettiği ölçülmüştür. Aynı ölçülerde kesilmiş 2 mm kalınlığında ve 8 cm uzunluğunda olan Durusil banttan 5 adet örnek hazırlanıp hassas terazide ağırlık ölçümleri alınmıştır. Ardından, birbirine ve kap kenarlarına değmeyecek şekilde 48 saat boyunca saf su içerisinde bekletilmiştir. Test sonunda sudan çıkartılıp yüzeyde ki saf su



hızlıca kurulanıp, ağırlık ölçümleri alınmıştır. Su temasından önce ve sonra ki değerler karşılaştırıldığında su absorbesi nedeniyle ağırlık artışı saptanmış olup bu değer yüzdesel olarak hesaplanmıştır.

Bağlanma mukavemeti (bond strength)

Bağlanma mukavemeti testi SELF FUSING ASTM 2148 standardı baz alınarak yapılmıştır. Bu test yönteminde 150 mm uzunlukta kesilmiş iki parça uç kısımlarında 25 mm'lik kısmı yapışmadan kalacak şekilde araya bir film yerleştirilerek kalan kısmınının 177 °C'de 5 dk sürede hızla yapışması sağlanmıştır. Hazırlanan bu test parçasının yapışma olmayan bölgelerinden ekstansometre çenelerine bağlanarak 500 mm/dk hızla çekilmesi yoluyla iki bandın birbirinden ayrılması sağlanmış ve kuvvet değeri pound birimi olarak kaydedilmiştir. (Görsel 1)



Görsel 1. Bağlanma mukavemeti (bond strength) test görseli

Yapışma testi (Adhesion test)

Bu test ASTM D 2148 standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu test yöntemi, izolasyon olarak kullanılmak üzere tasarlanmış kendi kendine yapışan bantların kısa süreli yapışma sonrasında geri açılma miktarlarının kontrolü ile kısa süreli yapışma-geri açılma performansının belirlenmesini kapsar. Standarda göre tasarlayarak yaptığımız görsel 3'teki düzenekte, silikon bant %50 üst üste örtülecek şekilde ayarlanarak standartta belirtilen ağırlık ile mil üzerine uygun yapışma sağlanmıştır. 380 mm uzunluğunda hazırlanan test parçasının mil üzerine sarımı tamamlandıktan sonra ağırlık takılı halde 1 dakika kadar yatay konuma getirilerek sabit bir şekilde beklenmiştir. Standart içerisinde belirtilen geri çözünme testinde kullanılacak olan ağırlık bant ucuna tekrar bağlanarak yatay konumda 3 dakika kadar serbest halde bekletilerek açılma oranı takip edilmiştir. 3 dakika sonundaki açılma miktarı kaydedilmiştir.



Görsel 3. Yapışma testi (Adhesion testi)

Su altında hava sızdırmazlığı testi

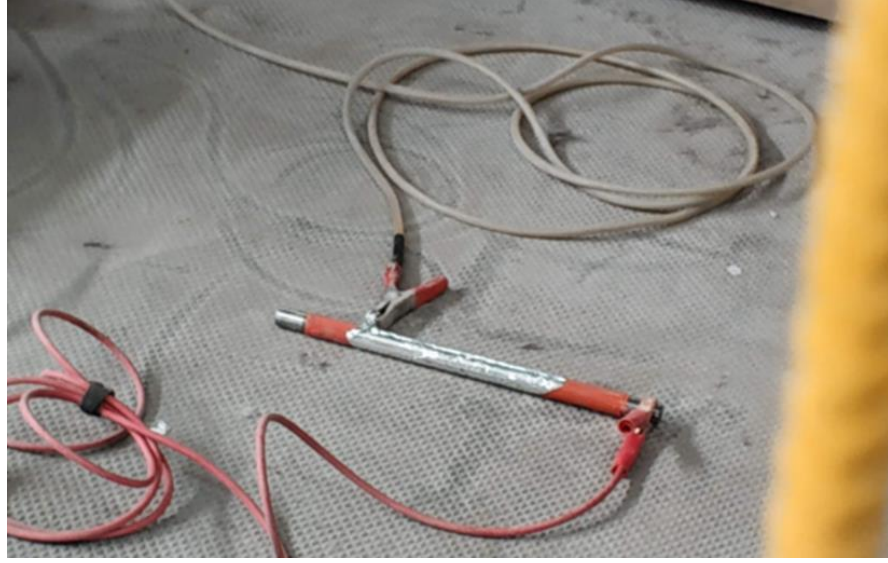
Su içerisinde yapışma ve sızdırmazlık sağlayabilme kabiliyetini yorumlayabilmek için su dolu bir akvayum içerisinde, içinden hava geçen plastik bir boru yerleştirilerek boruya bir delik açılmıştır. Delik olan bölge, geliştirilen Durusil bant ile sarılarak hava kaçağının kesilip kesilmediği kontrol edilmiştir. Kullanılan Durusil bant test parçası 30 cm uzunluğunda olup, ucuna manometre takılan borudaki hava basıncı 3 bar olarak sabit tutulmuştur.

Atmosferde su sızdırmazlığı testi

İçerisinden su geçen bakır bir boruya bir delik açılarak, üzeri 30 cm'lik bir Durusil test parçası ile sarılarak su sızdırmazlığı başarılı bir şekilde sağlanmıştır.

Dielektrik delinme dayanımı testi

Ø16mm çaplı metal rod üzerine %50 bindirme yapılacak şekilde Durusil silikon bant sarılmıştır. Sarılan bant üstüne alüminyum folyo sarılmıştır. Negatif uç metal çubuğa, pozitif uç ise sarılan folyonun bir ucuna tutturularak, AC kaynağına bağlanmıştır. Dakikada 500 volt artırılarak ve her bir artışta 1 dakika kadar beklenerek, delinme gözlemleninceye kadar devam edilmiştir. Test esnasındaki görünüşü görsel 4'te, test sonrası delinme görüntüsü de görsel 5'te verilmiştir.



GörSEL 4. Dielektrik delinme dayanımı testi



GörSEL 5. Dielektrik delinme dayanımı testi sonrası test parçası

BULGULAR

Tablo 2. Bulgular

No	Testler	Test Standardı	DURUSİL Kendi kendine yapışan silikon bant
1	Kopma mukavemeti	ASTM D 3759	5,40 Mpa



2	Kopma anında uzama	ASTM D 3759	%437
3	Su absorpsiyonu testi	İç yöntem (Inhouse Method)	0,74%
4	Bağlanma mukavemeti (Bond strength)	ASTM D 2148	12,73 pound
5	Yapışma testi (Adhesion Test)	ASTM D 2140-08	0.6kg/75 mm
6	Su altında hava sızdırmazlığı testi	İç yöntem (Inhouse Method)	Olumlu
7	Atmosferde su sızdırmazlığı testi	İç yöntem (Inhouse Method)	Olumlu
8	Delinme direnci testi (Breakdown voltage)	İç yöntem (Inhouse Method)	12 kV AC

Elde edilen ürün üzerinden bazı testler ASTM standardına göre bazıları ise iç yöntem (inhouse method) olarak uygulanmıştır. ASTM D 3759'a göre kopma mukavemeti 5,40 MPa ve kopma anındaki uzama değeri de %437 olarak elde edilmiştir. Bu değerlere göre malzemenin oldukça elastik olduğu söylenebilir. Kısa süreli ve uzun süreli yapışma performansının yorumlanabilmesi için de ASTM D 2148 standardına göre bağlanma mukavemeti, ASTM D 2140 standardına göre de yapışma testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar iki yüzey arasında iyi bir tutunma olduğunu göstermektedir. Geliştirilen ürünün sızdırmazlık performansını ölçebilmek için ise iç yöntem olarak geliştirilen metod ile su altında hava sızdırmazlığı ve atmosferde su sızdırmazlığı testleri yapılmış olup, 3 bara kadar su ve hava kaçağının önlenmesi, sızdırmazlığın sağladığı ispat edilmiştir.

SONUÇLAR

Yerli imkanlar ile geliştirilen ve Durusul marka ismi verilen kendi kendine yapışan silikon bant ürününün kullanılabilirliği pek çok farklı test yapılarak ortaya konmuştur. Kopma anında uzama değerinin %437 olması, kendi boyutunun 4 katına kadar uzatılabileceği, 4 katından sonrasında kopmanın görülebileceğini göstermektedir. Kendi iç metodumuzla gerçekleştirdiğimiz su emilim testi su barındıran ortamlarda kullanımı için uygun olabileceğini göstermektedir. Bağlanma mukavemeti değeri ve yapışma test sonuçları birbiri üzerinde sızdırmazlık sağlayabilecek bir yapışma kuvveti sağlandığını göstermektedir. Dielektrik delinme direnci testi sonucunda 12 kilovolt değerine kadar hiç delinme görülmemiş olması elektiksel uygulamalar için de bu sınırlar içerisinde güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca uygulama alanlarını simüle edebilmek amacıyla tasarlanan su altında hava sızdırmazlığı ve atmosferde su sızdırmazlığı iç test yöntemleri ile borularda oluşabilecek su ve hava sızdırmazlığı testleri başarıyla sonuçlanmıştır.



KAYNAKÇA

- [1] V. Endurance, S. Rubber, and I. Systems, "In.ularion," pp. 74–76.
- [2] W. E. K. Armann and B. Ag, "Tapes , Adhesive," 2012, doi: 10.1002/14356007.a26.
- [3] M. L. Heilig, "United States Patent Office," *ACM SIGGRAPH Comput. Graph.*, vol. 28, no. 2, pp. 131–134, 1994, doi: 10.1145/178951.178972.
- [4] Y. J. Wang *et al.*, "A tough and self-fusing elastomer tape," *Chem. Eng. J.*, vol. 417, no. November 2020, p. 127967, 2021, doi: 10.1016/j.cej.2020.127967.
- [5] A. Pizzi, *Phenolic resin adhesives*. 2017. doi: 10.1201/9781315120942.
- [6] M. A. Alias *et al.*, "A High-Precision Extensometer System for Ground Displacement Measurement Using Fiber Bragg Grating," *IEEE Sens. J.*, vol. 22, no. 9, pp. 8509–8521, 2022, doi: 10.1109/JSEN.2022.3159850.
- [7] C. Simet *et al.*, "Investigation of ethylene-propylene-diene monomer (EPDM) ageing behaviour in PMDIs environment by surface NMR," *Polym. Test.*, vol. 127, no. May, p. 108171, 2023, doi: 10.1016/j.polymertesting.2023.108171.
- [8] Q. Zhao, X. Li, and J. Gao, "Aging of ethylene-propylene-diene monomer (EPDM) in artificial weathering environment," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 92, no. 10, pp. 1841–1846, 2007, doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2007.07.001.
- [9] W. Zhang *et al.*, "Epoxidized vinyl silicone rubber-based flexible ablative material with low linear ablation rate," *Compos. Commun.*, vol. 40, p. 101606, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.coco.2023.101606>.



E-SPORCULARA YÖNELİK TAKVİYE EDİCİ GIDA OLAN VOONKA E-PWR FORMÜLASYONUNUN BİLİŞSEL FONKSİYONLARI DESTEKLEMELERİ AMACIYLA İPEK FİBROİNİ İLE GELİŞTİRİLMESİ

Habibe KURT¹, Ashlan ATASOY¹, Ayşen TÜTÜNCÜ¹, Belgin GÜDÜCÜ¹, Ayşe GÜRBÜZ ÇELİKHAŞI¹, Dilek ETKİN¹, Merve YILDIZ ÖZER²

¹ Kampotu İlaç Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kadir Keçelioğlu Ar-Ge Merkezi, 34758 İstanbul.

² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 26040 Eskişehir.

(e-posta : habibe.kurt@kampotu.com)

GİRİŞ

Elektronik spor (e-spor), son yıllarda bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve online video oyunlarına olan ilginin artması sonucunda hayatımıza girmiş olan yeni bir spor dalıdır [1]. Genellikle; bireysel veya takım halinde ve iki ya da daha fazla oyuncu tarafından önceden tanımlanmış bir amacı elde etmek için çevrimiçi olarak oynanmaktadır [2]. E-spor, rekabetçi doğası ve oyun içerisinde yüksek seviyelerde oynamak için gerekli olan fiziksel ve bilişsel yetenek gereksinimi gibi daha geleneksel spor disiplinlerine benzer özelliklerinden dolayı bir spor türü olarak kabul edilmiştir [3]. Bunun yanı sıra, Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pandemi olarak ilan edilen koronavirüs hastalığı 2019 (Covid-19) sürecinde uygulanmış olan karantina koşullarından dolayı, bireylerin bu süreçte vakitlerini bilgisayar oyunları ile geçirmesinin bir sonucu olarak popülaritesi artmıştır [4]. Ayrıca, gerçekleştirilen turnuvaların ve müsabakaların mevcut organizasyonel yapısı, ödül sisteminin olması ve profesyonel e-spor oyuncularının elde ettiği şöhret, özellikle toplumun genç kesiminin ilgisini çekmiştir [5].

E-spor oyuncularının oynadıkları rekabetçi bilgisayar oyunlarında başarılı olabilmeleri için reflekslerinin, el-göz koordinasyonlarının ve bilişsel fonksiyonlarının koordineli bir şekilde çalışması gerekmektedir. E-sporcuların çevrimiçi çok oyunculu savaş arenası (MOBA), gerçek zamanlı strateji (RTS), birinci şahıs nişancı (FPS) ve üçüncü şahıs nişancı (TPS) gibi çevrimiçi rekabetçi video oyun esnasında karar verme yetenekleri, organizasyon, planlama, hedef belirleme ve zaman yönetimi gibi davranışları yöneten bilişsel yetenekleri devreye girmektedir [6]. Bununla birlikte bilgisayar başında geçirilen zamanın fazla olması ve uzun süre ekrana maruziyet nedeniyle birtakım göz kusurlarının oluşabilmesinin yanı sıra fiziksel ve zihinsel yorgunluk da meydana gelmektedir [7]. Oyuncular, mevcut başarılarını daha da artırma arzusu ve başkaları tarafından seviyelerinin geçilme korkusu nedeniyle, ilgili oyunda daha fazla zaman geçirmekte ve bu da sonuç olarak fiziksel ve zihinsel olarak tükenmişlik olgusuna neden olan oyun yorgunluğuna (gaming burnout) yol açmaktadır. Oyun yorgunluğu ise, e-spor oyuncularının düşünme, çözüm bulma, karar alma, el-göz koordinasyonu gibi yeteneklerinde gecikmelere neden olmaktadır [8]. MOBA ve FPS türü bir e-spor oyun seansından sonra fizyolojik ve bilişsel değişikliklerin incelendiği bir araştırmada; uzun süreli oyuna maruz kalan e-sporcuların seans sonrasında tepki sürelerinin hızlanmasına rağmen, isabet oranlarının azaldığı ve daha dürtüsel tepki stilleri sergiledikleri tespit edilmiştir [6]. Söz konusu bilgiler



ışığında Kampotu Kadir Keçelioğlu Ar-Ge Merkezi faaliyetleri kapsamında e-sporcuların oyun içi performanslarını artırmak adına fiziksel sağlığını ve yeteneklerini destekleyici takviye edici gıda formülasyonu geliştirilmesi fikri doğmuştur.

Voonka e-PWR, e-spor oyuncularının ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlamakla birlikte uzun süreli ekran maruziyeti sonucu oluşabilecek görme kusurlarından korunmalarını ve konsantrasyonlarını artırmaya yönelik hem yurt içinde hem de yurt dışında içime hazır sıvı formda üretilen ilk takviye edici gıdadır. İçeriğinde; zeaksantin, lutein, taurin, inositol, glukoronolakton, N-Asetil karnitin, L-Sitrulin, L-Glutamin, L-Tirozin ve B vitaminlerini ihtiva etmektedir. Zeaksantin ve lutein, makula pigmentinin ana bileşenleri olan karotenoidlerdir. Antioksidan aktivitesi ve mavi ışık için filtre görevi görme özelliği ile retinada koruyucu bir role sahip oldukları bilinmektedir [9]. Taurin eksikliği enerji metabolizmasında işlev bozukluğuna ve zayıf bir enerji metabolizmasına neden olmaktadır. Takviye olarak alındığında ise kas performansını ve yağ dokusundaki enerji metabolizmasını güçlendirmektedir [10]. İnositol sinirsel iletiminin artırılmasını sağlarken [11], glukuronolakton glikojen depolarının tükenmesini geciktirmesi sayesinde fiziksel performansı artırmaktadır [12]. Karnitin, yağ asitlerinden enerji üretiminde önemli bir rol oynamaktadır [13]. L-sitrulin; böbreklere, vasküler endotelyuma ve diğer dokulara girdiğinde kolayca L-arjinine dönüştürülerek plazma ve doku L-arjinin seviyelerini yükselmekte ve egzersiz sırasında kan akışı, kas enerji metabolizması ve mitokondriyal solunumun potansiyel bir modülatörü olan nitrik oksit (NO) üretimini artırmaktadır [14]. Glutamin takviyesi bağırsak bariyer fonksiyonunu ve bağırsıklığı desteklemekte, enfeksiyon oranını azaltmaktadır [15]. Tirozin, dopamin ve norepinefrin gibi katekolamin işlevleriyle bağlantılı beyin fonksiyonlarını pozitif yönde etkilemektedir [16]. B vitamini kompleksi takviyesinin ise faydaları aşağıda listelenmiştir:

- Tiamin (B1), besinleri enerjiye dönüştürmeye yardımcı olarak metabolizmada önemli bir rol oynamaktadır [17].
- Riboflavin (B2), enerji metabolizmasına yardımcı olmakla birlikte antioksidan olarak görev almaktadır [18].
- Niyasin (B3), hücrel sinyal yollarında, DNA sentezinde ve onarımında rol oynamaktadır [19].
- Pantotenik asit (B5), yağ asidi ve kolesterol metabolizmasında ve steroid hormonlarının sentezinde yer almaktadır [20].
- Piridoksin (B6), amino asit metabolizmasında, kırmızı kan hücresi üretiminde ve nörotransmitterlerin oluşturulmasında görev almaktadır [20].
- Biotin (B7), karbonhidrat ve yağ metabolizması için gereklidir ve gen ekspresyonunu düzenlemektedir [21].
- Folik asit (B9), hücre büyümesi, amino asit metabolizması, kırmızı ve beyaz kan hücrelerinin oluşumu ve uygun hücre bölünmesi için gereklidir [22].
- Kobalamin (B12), nörolojik fonksiyon, DNA sentezi ve eritrosit gelişimi için hayati bir öneme sahiptir [23].

Son zamanlarda literatürde hafıza geliştirici, odaklanmayı artırıcı ve refleksleri güçlendirici etkileri olduğu bildirilen ipek fibroini, takviye edici gıdalar için oldukça ilgi çekici bir materyaldir [24, 25]. E-sporcuların rekabetçi oyunlarda ihtiyaç duyduğu odaklanma, algı, muhakeme ve hafıza gibi bilişsel fonksiyonlarını



potansiyel olarak artırıcı özellikleri bulunmakla birlikte refleks ve el-göz koordinasyonu gibi önemli yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İpek fibroini hidrolizatının UFLC-UV cihazı ile yapılan içerik analizi sonucunda tespit edilen amino asitler ve miktarlarına ait bilgiler tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. İpek Fibroini İçerisinde Bulunan Aminoasitler ve Miktarları

İpek fibroini içeriğinde bulunan amino asitler	mg/100g	mg/400 mg
L-Alanin (Ala)	18185	72,74
L-Metionin (Met)	34	0,14
L-Glutamik asit (Glu)	1221	4,88
L-Fenilalanin (Phe)	807	3,23
L-Lizin (Lys)	632	2,53
L-Histidin (His)	374	1,50
L-Tirozin (Tyr)	6144	24,58
Glisin (Gly)	25765	103,06
L-Valin (Val)	1687	6,75
L-Lösin (Leu)	854	3,42
L-İsolösin (Ile)	768	3,07
L-Treonin (Thr)	907	3,63
L-Serin (Ser)	9221	36,88
L-Prolin (Pro)	566	2,26
L-Arjinin (Arg)	662	2,65

İpek fibroini, *Bombyx mori* (ipek böceği) tarafından üretilen ipek kozasından elde edilen biyoaktif bir moleküldür. Kolay işlenebilirliği ve üstün biyoyoumluluğu sayesinde sürdürülebilir ve yenilikçi hammadde uygulamalarında geniş bir araştırma alanına sahiptir. Ayrıca hidrolizat formda olması sayesinde suda çözünmediğinden sıvı ya da katı herhangi bir besinin içerisinde gıda olarak tüketilebilmektedir [26]. Yapılan bir klinik çalışmada ipek fibroini proteini enzimatik hidrolizatının (FPEH) tüketiminin sağlıklı insanlarda 3 haftalık süreç içerisinde bilişsel fonksiyonları artırdığı rapor edilmiştir. Çalışmada ortalama yaşı 55 olan sağlıklı yetişkinlere 3 hafta boyunca ikiye bölünmüş dozlar halinde günde 0 (plasebo), 280,



400 ve 600 mg FPEH dozları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda herhangi bir yan etki bildirilmemekle birlikte, FPEH besin takviyesinin, 280 mg/gün üzerindeki dozlarda sağlıklı yetişkinlerde hafıza ölçümlerini 3 haftalık süreçte önemli ölçüde iyileştirdiği ve günde 400-600 mg/gün doz kullanımında ise belirgin bir plato etkisi yarattığı tespit edilmiştir [24]. Rat ve gerbil geçici fokal beyin iskemi modelleri üzerinde yapılan *in vivo* bir çalışmada, deneklere iskemi öncesi ve iskemi sonrası 7 gün boyunca toplamda 14 gün olacak şekilde günlük 10 mg/kg fibroin uygulanmıştır. Çalışma sonunda fibroin uygulanan grubun kontrol grubuna göre 8 kollu labirent testindeki hata oranının önemli ölçüde azaldığı raporlanmıştır [25]. Yaş ortalaması 10 olan okul çağındaki sağlıklı 46 çocuk ile yapılan bir klinik araştırmada ise, 16 hafta boyunca günde 2 doz olacak şekilde 200 mg (toplamda 400 mg) fibroin verilmiştir. Dört haftada bir klinik ziyareti düzenlenmiş ve her ziyarette işlem hızı ve dikkat ölçümü amacıyla kullanılan Renk İzleri Testi (CTT-2) uygulanmıştır. Sonuç olarak fibroinin CTT-2 testinde çocukların tepki süresini ortalama %23 oranında kısalttığı keşfedilmiştir [27]. 47 sağlıklı üniversite öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise, 30 gün boyunca içerisinde fibroin bulunan süt tüketmesi istenilmiştir. Çalışma başında ve sonunda beynin dikkati yönlendirme, kavramsal esneklik ve zihnin işlem hızı becerilerini ölçen “Stroop Testi” uygulanmıştır. Fibroin kullanan grubun dikkat ve bilişsel yeteneklerinin yaklaşık 3,7 kat arttığı tespit edilmiştir [28].

Çalışmamız kapsamında e-PWR ürününün içerisinde ipek fibroini hammaddesinin eklenmesi ile ürüne sahip olduğu niteliklere ek olarak hafızayı geliştirici ve odaklanmayı artırıcı etkinliğin kazandırılması amaçlanmıştır. Geliştirilen prototip ipek fibroini eklenmesi sonucunda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimleri tespit etmek amacıyla tat, koku, görünüş, pH ve yoğunluk bakımından değerlendirilmiştir. Ardından prototip üzerinde patojen mikroorganizmalara yönelik gıda güvenliği kontrol testleri olan total aerobik mikrobiyal koloni sayımı (TAMC), toplam maya/küf koloni sayımı (TYMC) ve *Escherichia coli* mikrobiyal sayım testleri yürütülmüş olup limit değerlerin altında sonuçlar elde edilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Prototip hazırlığında e-PWR içeriğinde bulunan L-sitrulin, Taurin, L-Glutamin, İnositol, N-Asetil Karnitin, Glukoronolakton, Vitamin C, L-Tirozin, Vitamin B3, Lutein, Vitamin E, Vitamin B5, Zeaksantin, Vitamin B6, Vitamin B2, Vitamin B1, Folik Asit, Biotin, Vitamin B12 hammaddeleri tedarikçi firmalarımızdan, fibroin hidrolizatı BUGAMED Biyoteknoloji firmasından temin edilmiştir. Mikrobiyal analizler için besiyeri hazırlıklarında Tryptic Soy Broth (TSB), Mac Conkey Broth (MCB), Sabouraud Dextrose Broth (SDB), agar ve pepton (BD, BECTON DICKINSON) kullanılmıştır. Besiyeri hazırlıkları ve test prosedürleri Türk, Avrupa ve Amerika Farmakope (TF, EP & USP) ‘lerinde belirtilen esaslar referans alınarak yürütülmüştür [29, 30, 31].

Prototip üretimi

Formülasyon çalışmaları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan Takviye Edici Gıdalar yönetmeliğinde belirtilen günlük tüketim limitleri esaslarına göre yürütülmüştür. Yapılan literatür araştırmaları neticesinde ipek fibroini için günlük etkin tüketim miktarının 400 mg olduğu belirlenmiştir.



Bu bilgiden yola çıkılarak prototip üretimi için hazırlanan 1500 ml’lik e-PWR karışımı içeriğine 12 gr ipek fibroini ilave edilmiştir. Nihai olarak ipek fibroini ile geliştirilen e-PWR prototip formülasyonunda olması istenilen etken madde miktarları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ürün Bileşenleri Tablosu

Aktif Bileşenler	1 Ölçekte	*BRD
Fibroin hidrolizatı	400 mg	-
L-Sitrolin	500 mg	-
Taurin	500 mg	-
L-Glutamin	500 mg	-
İnositol	500 mg	-
N-Asetil Karnitin	250 mg	-
Glukoronolakton	200 mg	-
Vitamin C	80 mg	% 100
L-Tirozin	50 mg	-
Vitamin B3	16 mg NE	% 100
Lutein	10 mg	-
Vitamin E	6 mg α -TE	% 50
Vitamin B5	6 mg	% 100
Zeaksantin	2 mg	-
Vitamin B6	1,4 mg	% 100
Vitamin B2	1,4 mg	% 100
Vitamin B1	1,1 mg	% 100
Folik Asit	200 μ g	% 100
Biotin	50 μ g	% 100
Vitamin B12	2,5 μ g	% 100

*BRD: Beslenme Referans Değeri

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Prototip üretiminin ardından ilk etapta tadım ve gözlem yoluyla yeni ürünün tat, koku ve görünüş olmak üzere fiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Ardından pH metre (Mettler Toledo, Germany) cihazı ile pH ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bunun için temiz bir behere yeterli miktarda numune aktarılmıştır. Elektrod numuneye daldırılarak ölçüm sonucu sabitlenene kadar numunenin bulunduğu beherde bırakılmıştır. Sabitlenen değer sonuç olarak kaydedilmiştir. Sonrasında piknometre cihazı (ISOLAB) ile yoğunluk ölçümü yapılmıştır. Çalışmada referans olarak yoğunluğu bilinen saf su kullanılmıştır ($d_{\text{saf su}} = 1 \text{ g/ml}$). Analiz öncesinde piknometre su ile doldurularak tartılmış ve bir ağırlık miktarı not edilmiştir. Sonrasında piknometrenin darası alınmış ve numune hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurularak tartılmıştır. Numuneye ait tartım sonucu, suyun tartım sonucuna bölünerek numuneye ait yoğunluk miktarı tespit edilmiştir. Yoğunluk hesabı aşağıda verilen denkleme göre hesaplanmıştır:



$d_{ürün} = \text{ürünün ağırlığı} / \text{suyun ağırlığı}$

Mikrobiyolojik Analizler

-Besiyerlerinin hazırlanması

Tryptic Soy Broth (TSB) ve Mac Conkey Broth (MCB) uygun miktarlarda tartılarak distile su içine eklendikten sonra çözünene kadar karıştırılmıştır (pH 7,3). Broth formundaki sıvı besiyerleri 100 mL olacak şekilde erlenlere aktarılarak 121 °C’de 15 dk otoklavlanmıştır.

Tryptic Soy Agar (TSA), Mac Conkey Agar (MCA) ve Sabouraud Dextrose Agar (SDA) uygun miktarlarda tartılarak distile su içine eklendikten sonra çözünene kadar karıştırılmıştır (pH 7,3). Agar formundaki katı besiyerleri 121 °C’de 15 dk otoklavlandıktan sonra yaklaşık 50- 55°C’ye soğutulup petri kaplarına 20 mL olacak şekilde aktarılmıştır.

-Test Numunesinin Hazırlanması ve TAMC, TYMC, E. coli Testlerinin Yapılması

Üretilen prototip üründen mikrobiyolojik analizler için test numunesi hazırlanmıştır. Prototip üründen 10 ml alınarak tamponlanmış sodyum klorür pepton solüsyonuna ilave edilmiştir. Ardından çözünmesi için su banyosunda bekletilerek homojen hale getirilmiştir.

Toplam Aerobik Mikrobiyal Koloni (TAMC) testi için hazırlanan test numunesinden steril mikropipetle 100 µl alınarak yayma plak yöntemi ile TSA (Tryptic Soy Agar) besiyerine ekim yapılmıştır. Toplam Maya-Küf Koloni (TYMC) testi için aynı işlem ile SDA (Sabouraud Dextrose Agar) besiyerine ekim yapılmıştır. Her bir test için 2 tekrar gerçekleştirilmiştir. Ardından petriler; TAMC testi için 30-35°C ’de, TYMC testi için 20-25°C ’de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra her bir test için ayrı ayrı koloni sayılarının aritmetik ortalaması alınarak ml ‘deki koloni sayıları hesaplanmıştır.

E.coli patojenite testi için test numunesinden 10 ml alınıp 90 ml TSB (Tryptic Soy Broth) besiyerine inoküle edilmiştir. İnoküle edilen TSB 30-35°C ‘de 24 saat inkübe edilmiştir. Ardından ortamdan 1 ml örnek alınarak 100 ml MCB (Mac Conkey Broth)’a alt kültürleme yapılmıştır. 42-44 °C ‘de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda öze ile MCB besiyerinden örnek alınarak MCA (Mac Conkey Agar) besiyerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. 30-35 C’de 72 saat inkübasyon sonunda üreme olup olmadığı tespit edilmiştir.

Stabilite çalışmaları

Prototip ürünün tüketici kullanımına sunulmadan önce stabilite kabinlerinde 25 °C - %65 nem oranı (Whitetechnic, oda kabini) ve 40 °C - %75 nem oranı (Binder) parametrelerinde stabilite takibi gerçekleştirilmiştir. Süreç içerisinde 28. gün ve 45. günlerde numuneler renk, koku, görünüm, pH, yoğunluk ve mikrobiyal yük açısından tekrar analiz edilmiştir.



BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmamızda e-PWR ürününün içerisine ipek fibroini hammaddesinin eklenmesi ile ürüne sahip olduğu niteliklere ek olarak hafızayı geliştirici ve odaklanmayı artırıcı etkinliğin kazandırılması amaçlanmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen prototip üründe tat, koku ve görünüş analizlerine göre kendine has, hafif ekşimsi tatta, portakal mandalina kokulu, parlak turuncu renkte likit formda ürün üretilmiştir (Şekil 1.a). Ürün içerisindeki etken maddelerin çözünürlüğünün yüksek olmasına bağlı olarak faz ayrımı görülmemiştir. Elde edilen yeni prototipin mevcut e-PWR ürünü ile benzer fiziksel özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1.b).



a.



b.

Şekil 1. a. Yeni Prototip Ürün, b. e-PWR Ürünü

Prototip üründe yapılan fiziksel analizler sonucunda pH değeri 3,43 ve yoğunluğu 1,04 g/ml olarak ölçülmüştür. Geliştirilen yeni formülasyon TAMC, TYMC yükü ve *E.coli* patojenitesi olmak üzere mikrobiyal analizler ile uygunluk açısından e-PWR ürünü referans alınarak değerlendirilmiştir. Üretimin ardından ilk gün gerçekleştirilen mikrobiyal analizler sonucunda TAMC ve TYMC değerlerinin Bakanlık tarafından kabul edilen referans limitlerinin altında olduğu tespit edilmiştir. *E.coli* varlığına ise rastlanmamıştır (Tablo 3). Bu durum ürünün gıda olarak tüketime uygun olduğunu göstermektedir.



Tablo 3. Mikrobiyal Analiz Sonuçları (İlk gün)

Test adı	Numune adı	Prototip ürün	e-PWR ürünü
TAMC (10 ² CFU/g ml)		<10	<10
TYMC (10 ¹ CFU/g ml)		<10	<10
<i>E. coli</i>		Tespit edilmedi	Tespit edilmedi

Prototip ürün 50 ml'lik numuneler olacak şekilde şişelenerek 25 °C - %65 nem oranı ve 40 °C - %75 nem oranı ortam koşullarına ayarlanmış olan stabilite kabinlerine alınmıştır. 28. ve 45. günlerin sonunda numuneler üzerinde başlangıçta uygulanan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler tekrarlanmıştır. 90. gün sonuçları için stabilite süreci devam etmektedir.

28. ve 45. günlere ait 25 °C - %65 nem oranı ve 40 °C - %75 nem oranı ortam koşullarındaki numunelerin fiziksel görünüşleri Şekil.2 ve Şekil 3. 'te verilmiştir. Şekil 2. ve 3. 'teki görsellere göre 40 °C - %75 nem ortam koşullarındaki numunelerin 25 °C - %65 nem oranı ortam koşulundaki numunelere kıyasla biraz daha koyu renkte olduğu görülmektedir. Bu durumun ürünlerin içindeki vitamin C'den kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. 25 °C - %65 ve 40 °C - %75 ortam koşullarındaki numunelerin fiziksel görünüşleri



Şekil 3. 25 °C - %65 ve 40 °C - %75 ortam koşullarındaki numunelerin fiziksel görünüşleri

İlk gün, 28. gün ve 45. günlere ait 25 °C - %65 nem oranı ve 40 °C - %75 nem oranı ortam koşullarındaki numunelerin pH ve yoğunluk sonuçları Tablo 4. 'te verilmiştir. Sonuçlara göre ürünlerin pH değerlerinin 3-3,5 aralığında, yoğunluk değerlerinin ise 1,04-1,05 g/ml aralığında olduğu belirlenmiştir. Stabilite süreci boyunca pH ve yoğunluk parametreleri açısından gözle görülür bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda 25 °C - %65 nem oranı ve 40 °C - %75 nem oranı ortam koşulları özellikle pH değerini etkilememektedir. Benzer şekilde farklı sıcaklık ve nem oranlarının yoğunluk değişimi üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Bu durum ürün içerisindeki etken maddelerin farklı sıcaklık ve nem oranlarında bozulmadığını ve ürünün pH ve yoğunluk değerlerinde değişime sebep olmadığını ifade etmektedir. Ayrıca bu veriler stabilite sürecinin de pozitif yönde ilerlediğini göstermektedir.



Tablo 4. 25 °C - %65 Nem Oranı ve 40 °C - %75 Nem Oranı Ortam Koşullarındaki Numunelerin pH ve Yoğunluk Sonuçları

Parametre	pH		Yoğunluk (g/ml)	
	25 °C - %65 nem oranı	40 °C - %75 nem oranı	25 °C - %65 nem oranı	40 °C - %75 nem oranı
Ortam Koşulu				
Gün				
1. gün	3,43	3,43	1,04 g/ml	1,04 g/ml
28. gün	3,37	3,35	1,049 g/ml	1,048 g/ml
45. gün	3,34	3,32	1,041 g/ml	1,042 g/ml

Stabilite süreci içerisinde 28. gün ve 45. günlerde numuneler üzerinde mikrobiyolojik analizler tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda stabilite süreci boyunca TAMC ve TYMC değerlerinin 10 CFU/g ml 'den daha az olduğu tespit edilmiş olup bu değerler referans limitlerinin altındadır. *E.coli* varlığına ise rastlanmamıştır (Tablo 5). Bu sonuçlar ürünün mikrobiyal yük açısından gıda takviyesi olarak tüketime uygun olduğunu göstermektedir.



Tablo 5. 25 °C - %65 Nem Oranı ve 40 °C - %75 Nem Oranı Ortam Koşullarındaki Numunelerin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Parametre	TAMC (10 ² CFU/g ml)		TYMC (10 ¹ CFU/g ml)		<i>E. coli</i>	
	25 °C - %65 nem oranı	40 °C - %75 nem oranı	25 °C - %65 nem oranı	40 °C - %75 nem oranı	25 °C - %65 nem oranı	40 °C - %75 nem oranı
Ortam Koşulu						
Gün						
1. gün	<10	<10	<10	<10	Tespit edilmedi	Tespit edilmedi
28. gün	<10	<10	<10	10	Tespit edilmedi	Tespit edilmedi
45. gün	10	<10	10	<10	Tespit edilmedi	Tespit edilmedi

SONUÇLAR

İpek fibroini ile formülasyonu geliştirilen yeni e-PWR prototipinin amacı hafızayı geliştirici ve odaklanmayı artırıcı özellikleri sayesinde bilişsel fonksiyonları iyileştirmektir. Bu bağlamda zeaksantin, lutein, taurin, inositol, glukoronolakton, N-Asetil karnitin, L-Sitrulin, L-Glutamin, L-Tirozin ve B vitaminlerini ihtiva eden e-PWR ürünü ipek böceği hidrolizatı olan fibroin ile zenginleştirilmiştir. Çalışmamızın sonucunda; keyifli bir tüketime sahip hem fiziksel hem de bilişsel fonksiyonları destekleyici nitelikte güvenli tüketime uygun takviye edici gıda prototipi üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızın ilerleyen süreçlerinde fibroin ile zenginleştirilen yeni prototip ürünün bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkinliğini değerlendirilmek amacıyla insan ve rat hücre hatlarında *in vitro* nitrik oksit analizinin ve ters öğrenme, dikkat geçiş, karar verme, yeni nesne tanıma gibi bilişsel fonksiyonların ölçülmesi amacıyla ise *in vivo* rat deneylerinin yürütülmesi planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Mustafaoğlu R. e-Spor, Spor ve Fiziksel Aktivite. Ulusal Spor Bilimleri Dergisi. 2018; 2:84–96.
- [2] Reitman J.G., Anderson-Coto M.J., Wu M., Lee J.S., Steinkuehler C., Esports Research: A Literature Review: <https://doi.org/10.1177/1555412019840892>. 2019; 15:32–50.
- [3] Sainz I., Collado-Mateo D., Coso J. del. Effect of acute caffeine intake on hit accuracy and reaction time in professional e-sports players. Physiol Behav. 2020; 224:113031.



- [4] Soares A.K.S., Goedert M.C.F., Vargas A.F. Mental Health and Social Connectedness During the COVID-19 Pandemic: An Analysis of Sports and E-Sports Players. *Front Psychol.* 2022; 0:159.
- [5] Bányai F., Zsila Á., Griffiths M.D., Demetrovics Z., Király O. Career as a Professional Gamer: Gaming Motives as Predictors of Career Plans to Become a Professional Esport Player. *Front Psychol.* 2020; 11:1866.
- [6] Sousa A., Ahmad S.L., Hassan T., Yuen K., Douris P., Zwibel H., DiFrancisco-Donoghue J. Physiological and Cognitive Functions Following a Discrete Session of Competitive Esports Gaming. *Front Psychol.* 2020; 11:1030.
- [7] Emara A.K., Ng M.K., Cruickshank J.A., Kampert M.W., Piuizzi N.S., Schaffer J.L., King D. Gamer's Health Guide: Optimizing Performance, Recognizing Hazards, and Promoting Wellness in Esports. *Curr Sports Med Rep.* 2020; 19:537–545.
- [8] Gaming fatigue: how to prevent burnout and save your career – Esports Healthcare. [cited 2 September 2022]. Available from <https://esportshealthcare.com/gaming-fatigue/>.
- [9] Lawrenson J.G., Downie L.E. Nutrition and Eye Health. *Nutrients.* 2019; 11.
- [10] Wen C., Li F., Zhang L., Duan Y., Guo Q., Wang W., He S., Li J., Yin Y., Taurine is Involved in Energy Metabolism in Muscles, Adipose Tissue, and the Liver. *Mol Nutr Food Res.* 2019; 63:1800536.
- [11] López-Gamero A.J., Sanjuan C., Serrano-Castro P.J., Suárez J., Fonseca F.R. de., The Biomedical Uses of Inositols: A Nutraceutical Approach to Metabolic Dysfunction in Aging and Neurodegenerative Diseases. *Biomedicines.* 2020; 8.
- [12] Tamura S., Tsutsumi S., Ito H., Nakai K., Masuda M.. Effects of glucuronolactone and the other carbohydrates on the biochemical changes produced in the living body of rats by hard exercise. *Jpn J Pharmacol.* 1968; 18:30–38.
- [13] Takahashi A., The pathophysiology of leg cramping during dialysis and the use of carnitine in its treatment. *Physiol Rep.* 2021; 9.
- [14] Suzuki T., Morita M., Kobayashi Y., Kamimura A., Oral L-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: Double-blind randomized placebo-controlled 2-way crossover study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016; 13.
- [15] Kim H. Glutamine as an Immunonutrient. *Yonsei Med J.* 2011; 52:892.
- [16] Jongkees B.J., Hommel B., Kühn S., Colzato L.S., Effect of tyrosine supplementation on clinical and healthy populations under stress or cognitive demands—A review. *J Psychiatr Res.* 2015; 70:50–57.
- [17] Martel J.L., Kerndt C.C., Doshi H., Franklin D.S. Vitamin B1 (Thiamine). *Vitamins in the Prevention of Human Diseases.* 2021; 41–61. doi:10.1515/9783110214499.
- [18] Thakur K., Tomar S.K., Singh A.K., Mandal S., Arora S. 2017. Riboflavin and health: A review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 57:3650–3660.
- [19] Surjana D., Halliday G.M., Damian D.L. Role of nicotinamide in DNA damage, mutagenesis, and DNA repair. *J Nucleic Acids.* 2010.
- [20] Vitamin B. LiverTox: Clinical and Research Information on Drug-Induced Liver Injury. [cited 7 September 2022]. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548710/>.
- [21] Zempleni J., Wijeratne S.S.K., Hassan Y.I. Biotin. *Biofactors.* 2009; 35:36.
- [22] Iyer R., Tomar S.K. Folate: A Functional Food Constituent. *J Food Sci.* 2009; 74:R114–R122.
- [23] O'Leary F., Samman S. Vitamin B12 in Health and Disease. *Nutrients.* 2010; 2:299.
- [24] Kang Y.K., Lee B.Y., Bucci L.R., Stohs S.J. Effect of a fibroin enzymatic hydrolysate on memory improvement: A placebo-controlled, double-blind study. *Nutrients.* 2018; 10.



- [25] Noh Y., Ahn J.H., Lee J.-W., Hong J., Lee T.-K., Kim B., Kim S.-S., Won M.-H., Brain Factor-7® improves learning and memory deficits and attenuates ischemic brain damage by reduction of ROS generation in stroke in vivo and in vitro. *Lab Anim Res.* 2020; 36.
- [26] Qi Y., Wang H., Wei K., Yang Y., Zheng R.Y., Kim I.S., Zhang K.Q. A Review of Structure Construction of Silk Fibroin Biomaterials from Single Structures to Multi-Level Structures. *Int J Mol Sci.* 2017; 18.
- [27] Kim K., Park S., Yoo H.K., Lee J.Y., Jung H.Y., Kim D.H., Lee H.J., Kim J.Y., Youn Y.C., Marshall M.R., Kim S.S., Jeong Y. Brain factor-7 extracted from *Bombyx mori* enhances cognition and attention in normal children. *J Med Food.* 2009; 12:643–648.
- [28] Maciej Serda, Becker F.G., Cleary M., Team R.M., Holtermann H., The D., Agenda N., Science P., Sk S.K., Hinnebusch R., Hinnebusch A R., Rabinovich I., Olmert Y., Uld D.Q.G.L.Q., Ri W.K.H.U., Lq V., Frxqwu W.K.H., Zklfk E., Edvhg L. v, Wkh R.Q., Becker F.G., Aboueldahab N., Khalaf R., de Elvira L.R., Zintl T., Hinnebusch R., Karimi M., Mousavi Shafae S.M., O `driscoll D., Watts S., Kavanagh J., Frederick B., Norlen T., O`Mahony A., Voorhies P., Szayna T., Spalding N., Jackson M.O., Morelli M., Satpathy B., Muniapan B., Dass M., Katsamunsk P., Pamuk Y., Stahn A., Commission E., Piccone T.E.D., Annan Mr.K., Djankov S., Reynal-Querol M., Couttenier M., Soubeyran R., Vym P., Prague E., World Bank, Bodea C., Sambanis N., Florea A., Florea A., Karimi M., Mousavi Shafae S.M., Spalding N., Sambanis N., فاطمی ح. Milk with brain factor-7 (BF-7 milk) enhances attention and cognition in normal persons. In G. Balint, Antala, B, Carty, C, Mabieme, J-MA, Amar, IB and Kaplanova, A, eds, *Milchwissenschaft.* 2009; 64:300–304.
- [29] European Pharmacopoeia 11th Edition, Supplement 2, 2023, Section “5.1.4. Microbiological Quality of Non-sterile Pharmaceutical Preparations and Substances for Pharmaceutical Use”.
- [30] European Pharmacopoeia 11th Edition, Supplement 2, 2023, Section “2.6.12. Microbiological Examination of Non-sterile Products: Microbial Enumeration Tests”.
- [31] European Pharmacopoeia 11th Edition, Supplement 2, 2023, Section “2.6.13. Microbiological Examination of Non-sterile Products: Test for Specified Micro-Organisms”.



GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE ROBOTİK MALZEME İSTİFLEME SİSTEMİ

Burcu NALBANTOĞLU¹, Mohammad Javad FOTUHİ¹, Selim AKKAYA¹, Serpil TEPELİ¹, Fatih ÖZBAY¹

¹ Keramik Makina A.Ş., Ar-Ge Merkezi, 41400 Kocaeli

(e-posta : burcu.nalbantoglu@keramik.com.tr)

GİRİŞ

Günümüzde başta otomotiv, beyaz eşya ve ambalaj olmak üzere sac metal malzemeler birçok farklı sektörde üretimin temel girdisi konumundadır. Bu malzemeler talaşlı ve talaşsız şekillendirme, kaynaklı birleştirme, print baskı gibi çeşitli işleme yöntemleri ile üretilmektedir. Özellikle otomotivde kullanılan kalıpla şekillendirme ve print baskı operasyonlarında malzemelerin hatta yüksek konum hassasiyeti ile beslenmesi gerekmektedir. Mevcut durumda malzemeler düzensiz istifler halinde yüklenmekte ve ince sac malzemelerden oluşan bir istifin mekanik hizalayıcılar ile düzene sokulması malzemelerde deformasyona neden olmaktadır. Bu nedenle malzemeler genellikle operatör personel ile hatta beslenmekte; bu durum sınırlı üretim kapasitesine, üretim kalitesinde değişimlere ve iş kazalarına neden olabilmektedir.

Pnömatik paralel tutucu olarak da anılan "ataçman", bir robotun nesnelere kavraması veya tutması için kullanılan bir cihazdır. Genellikle endüstriyel robotlar, otomasyon sistemleri ve insansız hava araçları gibi çeşitli uygulamalarda nesnelere güvenli bir şekilde kavramak, taşımak, yerleştirmek ve istiflemek amacıyla kullanılmaktadır [1]. Ataçmanlar farklı tasarımlara sahip olmakla birlikte işlevine göre farklı türleri bulunmaktadır. Endüstride metal levhaların kaldırılmasında kullanılan farklı Ataçman yöntemleri aşağıda listelenmiştir:

- **Mekanik Ataçman:** Mekanik ataçmanlar, robotik malzeme istifleme sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu ataçmanlar, genellikle çeşitli kavrama, taşıma ve yerleştirme görevlerini gerçekleştirmek için kullanılır. Örneğin, endüstriyel robotlar üzerine entegre edilen mekanik kavrama sistemleri, sac metal levhaların güvenli bir şekilde kaldırılmasını ve istiflenmesini sağlar. Bu mekanik ataçmanlar, yüksek hassasiyet ve güç ile çalışabilir, böylece üretim süreçlerinde verimliliği artırabilirler. Mekanik ataçman olarak metal levhaların kenarlarına veya köşelerine sıkıca tutunup kaldırılmasını sağlayan mekanik mandallar veya pençeler kullanılmaktadır. Literatürde bulunan çalışmalar, mekanik ataçmanların kullanımının malzeme taşıma süreçlerindeki hata oranlarını azalttığını ve üretim kalitesini artırdığını göstermektedir [2].
- **Pnömatik Ataçman:** Robotlarda kullanılan pnömatik ataçmanlar, genellikle hızlı ve hassas hareketleri sağlamak için tasarlanmıştır. Bu ataçmanlar, basınçlı hava kullanarak çeşitli görevleri gerçekleştirebilir, örneğin malzeme kavramak, taşımak veya yerleştirmek. Pnömatik sistemler,



hafif ve kompakt olmalarıyla dikkat çeker ve bu özellikleri, robotların etkili bir şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca, hava ile çalışmaları için temiz bir ortam sunarlar, bu da özellikle hassas malzemelerle çalışan endüstriyel uygulamalarda önemlidir. Pnömatik Mekanik ataçman olarak metal levhaları tutmak ve serbest bırakmak için mandalın açılıp kapanmasını kontrol eden hava basınçlı sistemler kullanılmaktadır [3].

- **Hidrolik Ataçman:** Hidrolik ataçmanlarda hidrolik sıvı basıncının kontrol edilmesiyle mandalın açılıp kapanması sağlanmaktadır. Bu ataçmanlar, robotik uygulamalarda genellikle ağır yükleri kaldırmak ve kontrol etmek için kullanılır. Bu sistemler, sıvı basıncını kullanarak güçlü ve hassas hareketleri mümkün kılar. Hidrolik ataçmanlar, büyük ölçekli malzeme taşıma ve işleme görevlerinde etkili bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, hidrolik sistemler genellikle dayanıklılıkları ve yüksek taşıma kapasiteleri nedeniyle endüstriyel ortamlarda tercih edilir. Bu tür ataçmanlar genellikle büyük inşaat makinelerinde ve endüstriyel robotlarda kullanılır, çünkü büyük kuvvetlere dayanabilme yetenekleri, çeşitli endüstriyel uygulamalarda avantaj sağlar [4].
- **Vakum Ataçman:** Sac metal endüstrisinde kullanılan vakum ataçmanları, genellikle hassas ve düz levhaların kaldırılması, taşınması ve yerleştirilmesi için tasarlanmıştır. Bu ataçmanlar, vakum oluşturan bir sistem aracılığıyla metal levhayı emerek güvenli bir şekilde kavrar. Vakum ataçmanları, malzeme üzerinde herhangi bir fiziksel temas olmaksızın çalışarak yüzeyde çizik veya hasar riskini minimize eder. Bu özellikleri, sac metal endüstrisindeki hassas işlemlerde önemli bir avantaj sağlar. Vakum ataçmanları kullanılırken sac metal levhanın düzgün ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olması gerekir. Bu tür ataçmanlar, genellikle hafif metal levhaların taşınması için kullanılmaktadır.
- **Manyetik Ataçman:** Bu ataçmanlarda metal levhaları tutmak için mıknatıs kullanılmaktadır. Manyetik ataçmanlar, sac metal endüstrisinde yaygın olarak kullanılan pratik çözümlerden biridir. Bu ataçmanlar, malzemeyi manyetik alan kullanarak kavrar. Genellikle metal levhaların güvenli bir şekilde taşınması ve işlenmesi için kullanılırlar. Manyetik ataçmanlar, malzeme üzerinde doğrudan temas olmadan çalışabilir, bu da yüzeyde çizik veya hasar riskini azaltır. Ayrıca, bu tip ataçmanlar genellikle hızlı ve güçlü tutma özelliklerine sahiptir, bu da endüstriyel üretim süreçlerini optimize etmeye yardımcı olur. Manyetik ataçmanlar, sac metal levhaların taşınması ve düzenlenmesi gibi uygulamalarda etkili ve verimli bir seçenek olabilir [5].
- **Adaptif Ataçman:** Adaptif ataçmanlar, sac metal endüstrisinde kullanılan çeşitli malzeme işleme uygulamalarına uyum sağlamak üzere tasarlanmış esnek ataçmanlardır. Bu tip ataçmanlar esnek malzemelerden üretilmiş olup genellikle robotik sistemlerle entegre edilebilir ve farklı boyutlarda, şekillerde veya özelliklerdeki metal parçaları işlemek için ayarlanabilirler. Sensörler ve yazılım kontrolleri, adaptif ataçmanların malzeme üzerindeki değişen koşullara hızlı bir şekilde tepki vermesini sağlar. Bu, üretim süreçlerini daha esnek ve verimli hale getirebilir.

Sac levha istiflemesi için uygun ataçman seçimi, malzeme özellikleri, işlem gereksinimleri ve işletme ihtiyaçları gibi faktörlere dayanmalıdır.

- **Levha Boyutu ve Ağırlığı:** Metal sacın boyutu ve ağırlığı, kullanılacak ataçmanın taşıma kapasitesini etkiler. Mekanik ataçmanlar genellikle ağır yüklerle başa çıkabilir, ancak vakum veya pnömatik ataçmanlar da uygun olabilir.



- **İşlem Gereksinimleri:** Levhaların taşınması dışında başka işlemler de var mı? Kesme, şekillendirme veya başka bir işlem gerekiyorsa, bu işlemleri gerçekleştirebilecek çoklu fonksiyonlu bir ataçman tercih edilebilir.
- **Hassasiyet:** İstifleme işlemi hassas bir şekilde yapılmalı mı? Özellikle endüstriyel robotlar kullanılıyorsa, adaptif, manyetik veya vakum ataçmanlar hassasiyet sağlayabilir.
- **Üretim Hızı:** İşlem hızı önemli mi? Pnömatik veya hidrolik ataçmanlar genellikle hızlı tepki süreleri ve yüksek taşıma kapasiteleri ile hızlı üretim hatları için uygundur.
- **Güvenlik ve Çizik Önleme:** Levhaların yüzeyinin korunması önemli mi? Vakum ataçmanlar, malzeme üzerinde fiziksel temas olmaksızın işlem yaparak çizik ve hasar riskini azaltabilir.
- **Bütçe ve Maliyet:** İşletme bütçesine uygun bir ataçman seçmek önemlidir. Daha karmaşık sistemler genellikle maliyetli olabilir, bu nedenle bütçeyi göz önünde bulundurmak önemlidir.

Ataçman seçiminin akabinde ataçmanın bir kontrol sistemi ile entegrasyonu sağlanarak robotun belirli bir görevi gerçekleştirmek için ataçmanı nasıl kullanacağı belirlenmektedir. Bu sayede ataçmanlar, robotların çeşitli endüstriyel ve otomasyon görevlerini gerçekleştirmek için önemli bir araç niteliğine sahip olmaktadır. Böylelikle birçok farklı sektörde nesnelerin güvenli bir şekilde kavranması, taşınması ve istiflenmesi sağlanmakla birlikte üretimde verimlilik artırılabilir [6].

Bu doğrultuda çalışmamızda, metal levhaların güvenli bir şekilde kavranması, taşınması ve istiflenmesini sağlamak amacıyla görüntü işleme destekli robotik malzeme istifleme sistemi tasarlanarak prototip üretimi gerçekleştirilecektir. İlk etapta sistemin üç boyutlu modellemeleri hazırlanarak kritik komponentler için FEM analizleri yürütülmüştür. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, parça tasarımından alt montaj ve montaj tasarımlarına geçilerek sistemin nihai tasarımı tamamlanacaktır. Bir sonraki aşama olarak görüntü işleme ve yapay zekâ yazılımının robotik kol ve besleme hattına entegrasyonu gerçekleştirilecektir. Geliştirilecek prototip sistem ile istifleme alanı her bir metal sac plakanın konum ve doğrultusu kamera sistemi ile çalışan yapay zekâ destekli görüntü işleme yazılımı tarafından tespit edilebilecektir. Yazılım endüstriyel robota kumanda ederek kendisine bağlı bulunan ataşmanı 3 boyutlu uzayda doğru koordinatlara yönlendirebilecek ve malzeme bu ataşman ile tutularak besleme alanında tespit edilen koordinatlara götürebilecektir. Burada yer alan bir 2 boyutlu kamera ile malzemenin konum doğrulaması yapılarak gerektiği durumda bırakma koordinatlarında düzeltme yapılabilecektir. Ayrıca, besleme konveyörünün üzerinde konumlanan bir sensör aracılığıyla sac metal malzemede meydana gelebilecek tolerans dışı deformasyonların tespit edilmesi durumunda konveyör ürünü başlangıç konumuna geri götürecektir. Ardından robot ataşmanı malzemeyi tutarak hattın iade istasyonuna aktaracaktır. İlâveten, istiflerde en alta bulunan son plaka da yükleme esnasında oluşabilecek kusurlara karşı önlem olarak hattın iade istasyonuna alınacaktır. Çalışmamız sonucunda; üst üste düzensiz olarak yığılmış halde bulunan sac metal malzemelerin +/- 1mm konum toleransı ile besleme istasyonunda bulunan konveyöre bırakılmasının sağlayan 15 saniye/çevrim ve 3 ürün/dakika kapasitesinde görüntü işleme destekli robotik malzeme istifleme sistemi prototip üretiminin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.



GEREÇ VE YÖNTEM

Bilgisayar Destekli Tasarım

Çalışmanın ilk aşamasında mevcut literatür ve sistemlerin araştırılmasının ardından görüntü işleme ile robotik istifleme sistemine yönelik Autodesk Inventor Programı üzerinde 3D konsept tasarımları hazırlanmıştır. Tasarlanan komponentlerin listesi aşağıda verilmiştir:

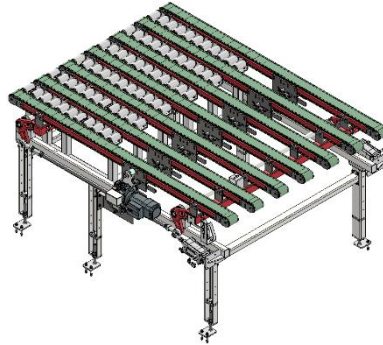
- Besleme ve çıkış konveyörlerinin tasarımı,
- Yükleme istasyonlarının tasarımı,
- Ürün tutma ataçmanının tasarımı,
- Yerleşim planının oluşturulması.

FEM Analizleri

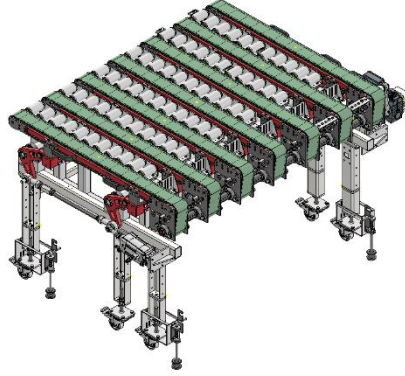
Sistem için optimum geometriye sahip tasarımın geliştirilmesi hedeflenmiştir. Buna bağlı olarak tasarıma ait kritik komponentler için aynı program vasıtasıyla FEM analizleri yürütülerek komponentler üzerindeki gerilmeler ve buna bağlı şekil değiştirmeler tespit edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

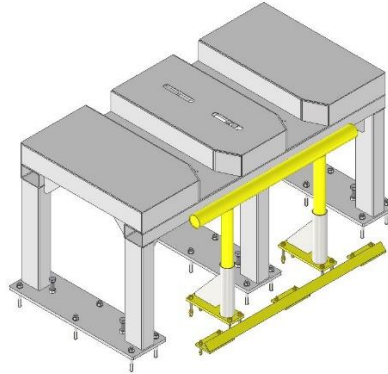
Görüntü işleme ile robotik istifleme sistemine için; besleme konveyörü (Resim 1), çıkış konveyörü (Resim 2), yükleme istasyonu (Resim 3), ürün tutma ataçmanı (Resim 4) ve sistem yerleşim planına ait (Resim 5) 3D konsept tasarımları Autodesk Inventor Programı üzerinde hazırlanmıştır.



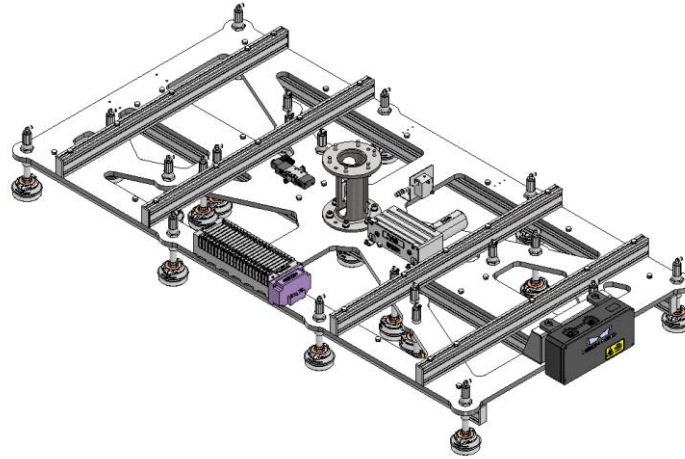
Resim 1. Besleme konveyörü tasarımı



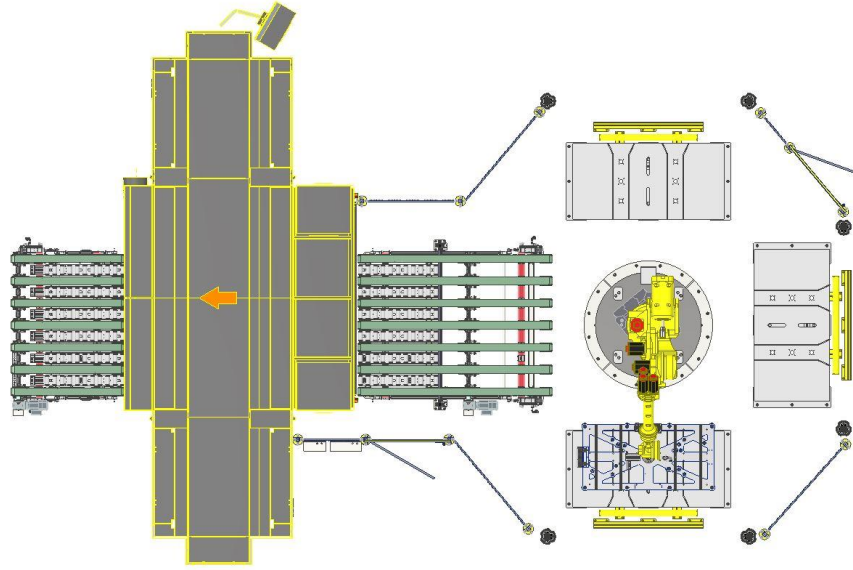
Resim 2. Çıkış konveyörü tasarımı



Resim 3. Yükleme istasyonu tasarımı

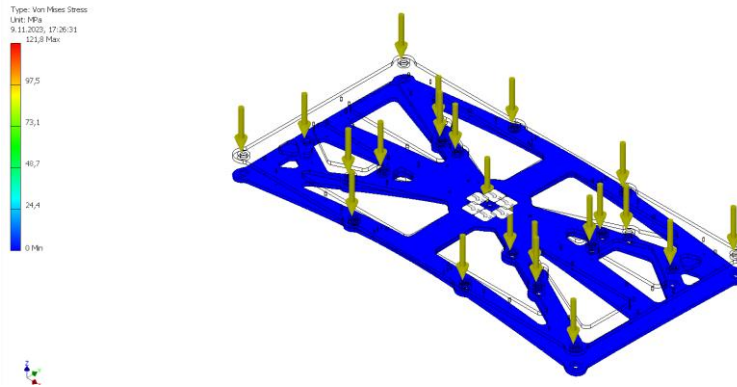


Resim 4. Ürün tutma ataçmanı tasarımı

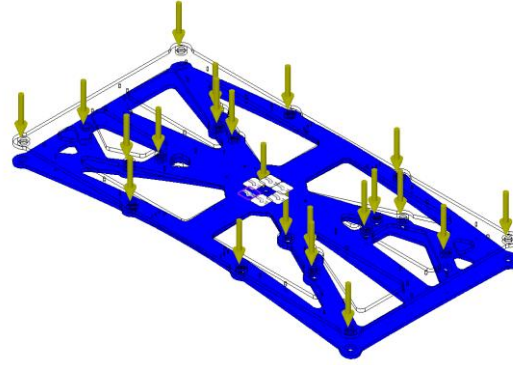
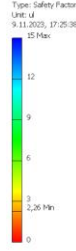


Resim 5. Sistem yerleşim planı

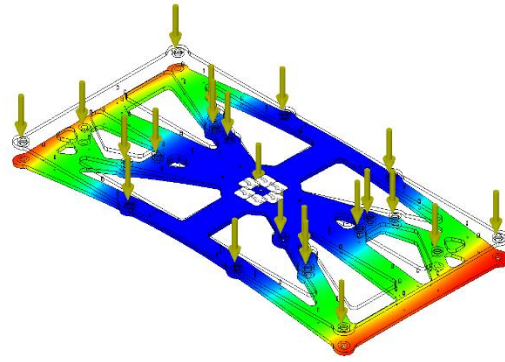
FEM analizleri neticesinde ataçman ana gövde plakası üzerinde maksimum 121,8 MPa gerilme görülmüştür (Resim 6). Tasarımda 6082-T6 malzeme kullanıldığında 2,26 güvenlik faktörü (Resim 7) ve 5,526 mm maksimum yer değiştirme (Resim 8) tespit edilmiştir. İstifleme sistemi uygulaması için gerekli yer değiştirme değerlerinin altında kaldığı için kullanıma uygun bulunmuştur.



Resim 6. Von Mises analizi sonucu



Resim 7. Güvenlik faktörü analizi



Resim 8. Gerilmelere göre oluşan yer değiştirmelerin analizi

SONUÇLAR

Çalışmamız kapsamında görüntü işleme ve yapay zekâ yazılımı ile entegre edilerek metal sac levhaların güvenli bir şekilde istiflenmesini sağlamak üzere prototip sistem tasarlanmaktadır. İlgili sistem için hazırlanan 3D konsept tasarımlar üzerinden yapılan FEM analizi neticesinde minimum ağırlık ve optimum dayanım için gerekli kesit ölçüleri ve malzemeler belirlenmiştir. Endüstriyel robot seçiminde ataçman ağırlığı geometrisi ve taşınacak parça ağırlığı ana kriterler olduğu için bunlar üzerinde yapılan çalışmalar uygulamaya en uygun robotun seçiminde fayda sağlamıştır. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında tasarlanan sisteme yönelik otomasyon ekipmanları belirlenerek, hat senaryosuna göre elektrik projesi hazırlanacaktır. Robot sisteminin sistem kapasite yerleşimi Roboguide yazılımı ile yapılarak sistemin yerleşim planının optimizasyonu sağlanacaktır. Sistem, +/- 1mm konum toleransı ile levhaları besleme istasyonuna bırakarak üretimde verimliliği artırırken, aynı zamanda malzeme deformasyonunu önleyerek üretim kalitesini artıracaktır.



Çalışmamız kapsamında geliştireceğimiz görüntü işleme destekli robotik malzeme istifleme sistemi, otomotiv, beyaz eşya ve ambalaj gibi çeşitli sektörlerde önemli bir rol oynayan sac metal malzemelerin üretim süreçlerindeki sorunlara etkili çözümler sunması ön görülmektedir. Mevcut durumda yaşanan düzensiz istifleme ve malzeme deformasyonu gibi sorunlara karşı geliştirilen sistem, operatör personel müdahalesini azaltarak üretim kapasitesinin artmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle otomotiv endüstrisinde kullanılan kalıpla şekillendirme ve print baskı operasyonlarında malzemelerin yüksek konum hassasiyeti ile beslenmesi gerektiği göz önüne alındığında, çalışmanın sonucunda geliştireceğimiz pnömatik paralel tutucu veya ataçmanın önemli çözümler sunabilecektir.

KAYNAKÇA

- [1] Ali Tribaldos, J. & Sen, C. "Evolutionary Grasp Planning for Sheet Metal Parts With Multi-Type Grippers." *Proceedings of the ASME 2021 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Volume 2: 41st Computers and Information in Engineering Conference (CIE)*. Virtual, Online. August 17–19, 2021. V002T02A016. ASME. <https://doi.org/10.1115/DETC2021-71632>.
- [2] Wolf, A., Steinmann, R., Schunk, H., Grippers in Motion, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Italy, 2005
- [3] Tüz, M.A., Design and Construction of a Multipurpose Robot Gripper, MSc. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, 1994.
- [4] Gabriel, F., Fahning, M., Meiners, J. et al. Modeling of vacuum grippers for the design of energy efficient vacuum-based handling processes. *Prod. Eng. Res. Devel.* 14, 545–554 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11740-020-00990-9>.
- [5] Manriota G (2007) Optimal grasp of vacuum grippers with multiple suction cups. *Mech Mach Theory* 42:18–33. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2006.02.007>.
- [6] Kuolt H, Gauß J (2016) Vacuum generating apparatus and vacuum tube lifter having a vacuum generating apparatus. <https://www.google.com/patents/US20160271805>. Accessed 25 May 2020.



SERİ VEYA SERİ OLMAYAN SÜREKLİ BESLEME FONKSİYONU İLE FARKLI EBATLARDAKİ YARI MAMULÜN ÇİFT TARAFLI KENAR BANTLAMA OTOMASYON HATTI GELİŞTİRİLMESİ

Fatih UCAR¹ ve H. Aslıhan EŞEL¹

¹ Kilim Mobilya, Ar-Ge Merkezi, Kayseri

e-posta: fucar@kilimmobilya.com.tr

GİRİŞ

Mobilya imalat endüstrileri genellikle birden fazla bağımsız aşama şeklinde operasyonlar gerçekleştirir. Her aşama, insan becerilerine dayalı görevlerin geleneksel yollarını (kesme, kenar bantlama, kenar yumuşatma vb.) içeren belirli işlemleri gerektirir. Geleneksel yöntemlerin aktif bir şekilde kullanıldığı modüler mobilya imalatının en çok tercih edilen hammaddelerinin başında sunta gelmektedir. Sunta, odun talaşlarının sentetik bir reçine yardımı ile birbirine bağlanmasının ardından çeşitli ısı işlem ve presleme ile ortaya çıkan bir malzemedir. Her ne kadar kuvvetli ve dayanıklı bir malzeme olduğu görüşü benimsenmemiş olsa da bu dezavantajı avantaja çeviren suntu işlemi günlük hayatımızda yerini almıştır. Suntu özel olarak kaplanmış haline sunta denilir. Buna rağmen kenarları ham suntu, kaplama işlemi görmemiştir.

Endüstri 4.0 bir sistemin genel nitelendirilmesidir. Sistemlerin birbiriyle iletişim halinde olması esasına dayanan Endüstri 4.0'da makineler birbiri ile iletişime geçebilme, verilerin analizini yapma ve gerektiğinde insana haber verebilme faydalarını sağlamaktadır. Endüstri 4.0 teknolojilerinin faydaları arasında artan üretim kapasitesi, ürün çeşitliliği, maliyet rekabet gücü ve işgücünün azaltılması yer almaktadır. Endüstri



4.0'ın temel unsurlarından biri üretimin dijitalleştirilmesi, optimizasyonu ve özelleştirilmesidir. İş hayatında yer alan girişimcilerin bu gelişmeleri göz önüne alarak uygulamalarında yenilikçi ve rekabetçi bir sisteme hazır olmaları gerekecektir. Firmalarında hem bireysel hem de kurumsal anlamda bu yeniliklere uygun güncellemeler yapmaları zorunluluk haline gelecektir. Bu sayede üretimde verimlilik sağlanacaktır. Endüstride, üretimde verimlilik sağlarken aynı zamanda büyük düzeyde özelleştirmeyi de ele alma ihtiyacı vardır. Bu durum, genellikle yeni ürünler için hızla yeniden yapılandırılabilen otomatik ekipman olarak tanımlanan esnek otomasyon çözümlerini gerektirir.

Kilim Mobilya olarak süreçleri iyileştirerek katma değersiz işlerin eliminasyonu amaçlanmıştır.

Kullanılmakta olan imalat ve lojistik sistemlerinin geliştirilerek sistemli bir hale dönüştürülmesi ile kapasite artırılmıştır.

Günümüz dünyasında enerji maliyetlerinin çok fazla olduğu aşikârdır, tüketilen bu enerji yoğunluğuyla orantılı olarak kaliteli ve seri bir imalatın ancak akıllı makineler sayesinde olacağı kuşkusuzdur. Tasarlanıp uygulamaya alınacak bu akıllı makine ile geleneksel üretim teknikleri, yalın üretim sistemlerine çevrilerek üretimde hız ve esneklik sağlanmış olacaktır. Tasarlanan makinenin benzerlerinden üstünlüğü ise, insan gücünü minimuma indirgemiş olmasıdır.

“Seri veya Seri Olmayan Sürekli Besleme Fonksiyonu ile farklı ebatlardaki yarı mamulün çift taraflı kenar bantlama otomasyon hattı” isimli projemiz kapsamında kenar bantlama prosesi geliştirilmiştir. İlgili geliştirmeler yapılırken ihtiyaçlara ve müşteri taleplerine öncelik verilmiştir. Önceki durumda; farklı ölçülere sahip suntaların kenar bantlama işlemi yapılırken tek tip seride çalışma yapıldığı için fabrikanın üretim kapasitesi düşmekte, esnek üretim sağlanamamakta, zaman, maliyet ve iş gücü kaybı gerçekleşmektedir. Mevcut durumdaki eksikliklerin giderilmesi ve müşteri taleplerine yeterli nitelikte cevap verebilmek amacıyla geliştirilmiş olan kenar bantlama prosesi Türkiye’de ilk defa Kilim Mobilya bünyesinde hayata geçirilmiştir. Bu kapsamda 4 kenarı ham sunta görünümlü parçaların kaplanması için mevcut durumda insan gücü gerektiren süreç ortadan kaldırılmış; bunun yerine otomasyon sisteminde suntayı makineye arka arkaya vererek seri bir şekilde kenar bantlama işlemi gerçekleştirilmiştir.



GEREÇ VE YÖNTEM

Geliştirilecek otomasyon hattı için literatür taraması, pazar ve patent araştırması yapıldı. İş akış şeması için gerekli olan projenin kapsamının belirlendi, proje için gerekli zaman, maliyet tahminlerinde bulunuldu ve adam/ay tayini yapıldı. İş akış şemasında iş paketleri oluşturularak bu kapsamda gerçekleştirilecek faaliyetler ve alt faaliyetler belirlendi. Tasarlanacak sisteme göre projede görevli personel sayısı belirlendi.

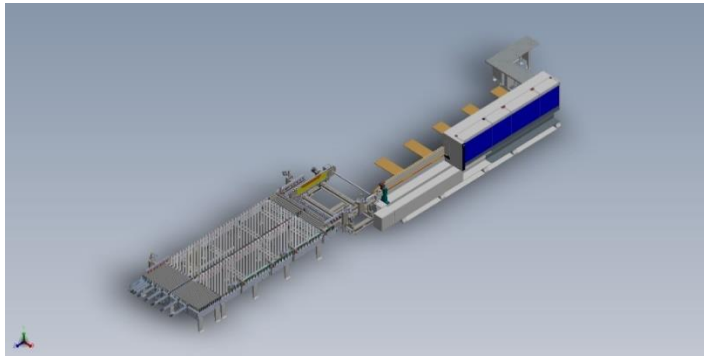
Prototip Oluşturulması: Projenin oluşmasını sağlayan ihtiyaçlara çözüm bulmaya yönelik ana otomasyon hattının konsept tasarımı yapıldı. Otomasyon hattının alt bileşenlerinden olan ünitelerin çizimi ve montaj uygunluğunun bilgisayar ortamında analiz edildi.

Otomatik Gönye Ünitesinin Prototipinin Oluşturulması; sultanın bir kenar bantlama makinesinden diğer kenar bantlama makinesine ilerlemesinde ve hizalanmasında kilit rol oynayan Otomatik Gönye Ünitesinde tayin edilen bileşenlerin temini ve montajı yapıldı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Projemiz kapsamında;

- Kenar bantlama makinesinden 2 tanesi birbirine bakacak yön ve şekilde yerleştirilmiştir (Şekil-1).





Şekil 1. Otomasyon Hattının Üç Boyutlu Çizimi

- Malzeme taşınmasında konveyör sistemleri kurulmuştur.
- Akışı yönlendirmek için yazılım destekli PLC operatör panelleri kullanılmıştır.
- Beslemeyi ve yönetmeyi bir operatör yaparken, indirme endüstriyel robot tarafından yapılmıştır (Şekil-2)



Şekil 2. Endüstriyel Robot

- Sistemi yönetirken hataları önlemek için kontrol yazılımları oluşturulmuştur.
- Ünitelerin birbiri ile uyumlu çalışmasını sağlayacak mekanik bağlantılar uygulanmıştır.



SONUÇLAR

1. Hat üzerinde küçük parçalarda işlem yaparken, sol kenar bantlama makinesinde yükleme ve indirme işlemleri için 2 işçi, sağ kenar bantlama makinesinde de aynı şekilde 2 işçi gerekliyken geliştirilen otomasyon hattı sayesinde 1 operatör hem yükleme yapıp hem de sistemi yönetebilmektedir.
2. Büyük parçalarda işlem yaparken ise 8 işçi yerine 2 işçi aynı işlemleri daha az kuvvetle yapabilmektedir.
3. Tasarlanan bu makine sayesinde işgücü ve zaman tasarrufu ile birlikte nihai ürün kalitesinde de artış gözlenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Gece kitaplığı: Mühendislik Alanında Değerlendirmeler. Prof.Dr. Banu Cengiz, Doç.Dr.Selahattin Bardak, Doç. Dr. Mahmut Kayar, Dr. Arif Furkan Mendi 09.2021.
- [2] Canoğlu, S. & Mumcu Uçar, Ö. (2021). Mobilya ve Enstalasyon Etkileşiminde Bilgisayar Destekli Uygulamalar. GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies, 4 (1), 1-10. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/aist/issue/56936/794727>
- [3] Overview of Industry 4.0: The Future of the Industry. G. Ü. İslahiye, İİBF Uluslararası E-Dergi Yıl: 2022, 6(6): 40-60.



KATLANABİLİR MEKANİZMASI İLE YEMEK MASASINDAN ORTA SEHPAYA DÖNÜŞEBİLEN FONKSİYONEL MOBİLYA TASARIMI

Tuğba YILDIZHAN¹, Atilla TOKGÖZ¹, Raziye EYİ¹

¹ Kilim Mobilya Tasarım Merkezi, Kayseri.

(tyildizhan@kilimmobilya.com.tr)

GİRİŞ

İnsanoğlu, tarih boyunca çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşamlarını daha konforlu hale getirmek amacıyla mobilyalar tasarlayıp üretmiştir. Mobilya tasarımları, insanların gereksinimlerini karşılayıp, işlevsel ve estetik çözümler sunarak hayatımızda her zaman önemli bir yer tutmuştur. Tarihsel olarak, farklı toplumlar ve kültürler, ekonomik durumları ve yaşam tarzlarına bağlı olarak çeşitli mobilya tasarımlarını benimsemişlerdir. Mobilya tasarımları, teknolojik ilerlemelerle birlikte geleneksel formlardan uzaklaşarak, günümüzdeki modern tarzlarına evrilmiştir [1].

20. yüzyılın ilk yarısında, mobilya üretimi söz konusu olduğunda işlevsellik, erişilebilirlik ve ergonomik tasarım önemli ölçütler olarak kabul edilmiştir. Bu dönemde, iki önemli tasarım yaklaşımı "Biçim işlevi izler" ve "İşlev biçimi izler" manifestolarıyla öne çıkmıştır. Modernizmin "az çoktur" (less is more) ilkesi, zaman içinde mobilya tasarımında minimalist yaklaşımın ortaya çıkmasına yol açmıştır. Minimalizm akımı, 1960'lı yıllarda ön plana çıkmış ve tasarımı minimum sayıda renk, değer, biçim, çizgi ve dokuya indirgeyerek ifade etme amacını taşımıştır. Bu akım, mobilya tasarımında karmaşıklık ve aşırılığın aksine basitlik, işlevsellik ve estetik sadelik vurgusu yapmıştır [2]. Minimalizmin tasarımdaki temel anlayışı, mümkün olduğunca az malzeme kullanarak, yalın, ekonomik ve işlevsel sonuçlara ulaşma prensibini benimsemektir. Minimal tarzın önemli özelliklerinden biri ferahlıktır. Mekandaki mobilyaların düzenli bir şekilde yerleştirilmesi, genişlik algısını artırarak mekânın ferah ve açık hissedilmesine katkı sağlar. Ancak, bu ferahlık sadece boş bir mekânda değil, işlevselliği ve düzeni koruyan ürün tasarımıyla gerçek anlamını bulabilir. Yani, ferahlık ve büyüklük aynı şey değildir, ferah bir mekan sadece doğru tasarım ve işlevsellikle elde edilebilir [3].

20. yüzyılın başındaki modern hareketin etkileri, 21. yüzyılın başında da mobilya tasarımındaki işlev ve form ilişkisinin temelini oluşturmaya devam etmektedir. Teknoloji, malzeme kullanımı, üretim teknikleri, tasarım yaklaşımları, ideolojiler, yaşam tarzları ve sosyal değerlerdeki değişimler ve dönüşümler, günümüz mobilya tasarımını büyük ölçüde etkilemektedir [1].

Tüketicilerin mobilya tercihlerine ilişkin yapılan bir araştırma, mobilya seçerken kullanışlılık ve dayanıklılığın yanı sıra oda ölçüleriyle uyumunun da tüketiciler için önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Mobilyanın mekanla uyumlu olması, mekâna anlam katabilmesi için kritik bir etmendir. Ayrıca, bu araştırmada katılımcılar, mobilyanın evdeki diğer eşyalarla da uyumlu olmasının önemli



olduğunu vurgulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, mobilya kullanım özellikleri tercihlerinin öne çıkan dört faktörü şunlardır:

1. Mobilya dayanıklı ve sağlam malzemelerden yapılmış olmalıdır.
2. Mobilya kullanışlı ve dayanıklı olmalıdır.
3. Mobilya kullanımı sırasında rahatlık ve konfor sağlamalıdır.
4. Mobilya, kullanılacağı oda ölçüleriyle uyumlu olmalıdır.

Bu bulgular, mobilya tasarımında sadece işlevsellik değil, aynı zamanda tasarım ve sanat akımlarının da etkili olduğunu göstermektedir. Mobilya tasarımı hem estetik hem de işlevsel açıdan tüketicilerin beklentilerini karşılayacak şekilde şekillenmelidir [4].

Çalışmamızda minimal sanat akımıyla birebir uyuşan ‘az çoktur’ anlayışını mobilya sektörüne taşıyarak hem orta sehpa hem de yemek masası olarak iki farklı fonksiyonda tüketicilerin beğenisine sunulmak üzere masa tasarımı yapılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda piyasadaki fonksiyonel masalar ele alınarak avantajları ve dezavantajları analiz edilmiştir. Böylelikle çalışmamızda tasarıma girdi oluşturacak bilgiler tespit edilmiştir. Tasarım girdileri ve malzeme seçimi doğrultusunda mobilyanın bilgisayar destekli tasarımı oluşturulmuştur. Bu amaçla öncelikle AutoCAD programında tasarıma yönelik iki boyutlu teknik çizimler hazırlanmıştır. Ardından 3ds Max programı vasıtasıyla tasarım üç boyutlu olarak görselleştirildikten sonra render görselleri alınmıştır. Malzeme tedarik sürecinin sonrasında geliştirilen tasarım doğrultusunda prototip modül üretimi gerçekleştirilmiştir. Son olarak, üretilen prototip modülün dayanıklılığını ölçmek amacıyla TS 4757 standartlarına uygun olarak masa üst panel çizilme testi ve TS EN 12521 standartlarına göre masa üst panel mukavemet testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, prototip ürün 10.000 tekrarlı çizilme işlemine tabi tutulmuş ve yüzey çizilme testini başarıyla tamamlamıştır. Bu test sırasında prototipin yüzeyinde herhangi belirgin bir çizik, iz veya hasar tespit edilmemiştir. Aynı şekilde, masa üst panel mukavemet testinde masanın üst yüzeyine 5-10 Newton basınç değeri aralıklarında 5000 kez vurulmuş olup prototipin ilgili testi başarıyla tamamladığı belirlenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bilgisayar Destekli Tasarım

Tasarım girdileri ve malzeme seçimi doğrultusunda mobilyanın bilgisayar destekli tasarımı oluşturulmaya başlanmıştır. Prototip mobilya ölçüleri üzerinde çalışma amacıyla AutoCAD programı kullanılarak iki boyutlu teknik çizimler hazırlanmıştır. Ardından teknik çizimler doğrultusunda 3ds Max ortamında prototip tasarım üç boyutlu olarak görselleştirilmiştir. Tasarımın render görselleri alınarak geliştirilen ürünün görsel sunumu hazırlanmıştır.

Prototip Modül Üretimi

Tasarım çalışmalarının tamamlanmasının ardından prototip üretimi için araştırmalarımız doğrultusunda ilgili tasarımında kullanımına karar verilen malzemelerin tedariki sağlanmıştır. Tasarımda mobilyanın ayakları için statik siyah boya ile kaplanmış 20x50 mm ebatında, 1.20 mm et kalınlığında metal profiller tercih edilmiştir. Ayakların katlanma mekanizmasında 14 mm çapında yuvarlak menteşeler ile katlanma özelliği sağlanmıştır. Mekanizma 3 mm et kalınlığına sahip lamalar ile güçlendirilerek masanın açık



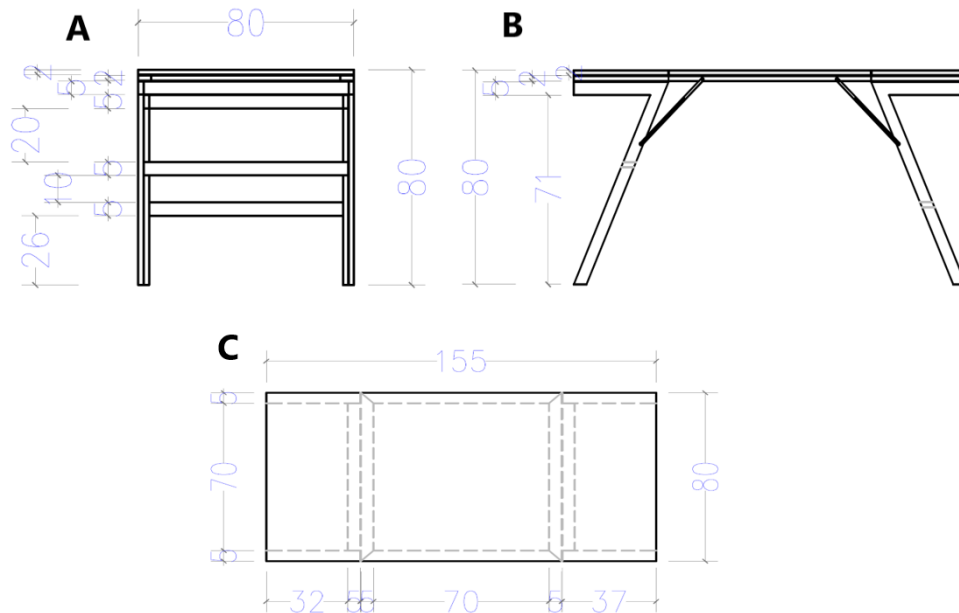
pozisyonunda meydana gelen sallanma sorunu çözülmüştür. Masa üst yüzeyi için 18 mm kalınlığında beyaz suntalam malzeme kullanılmıştır. Tüm parçaların bir araya getirilmesiyle montaj tamamlanarak prototip üretimi gerçekleştirilmiştir.

Prototipe Yönelik Yüzey Çizilme ve Dayanım Testi

Prototip üretiminin ardından masa üst yüzeyinde kullanılan suntalam malzemenin çizilmelere karşı dayanıklılığını test etmek amacıyla Kilim Mobilya bünyesinde geliştirilen test cihazları yardımıyla yüzey çizilme testi uygulanmıştır. Test kapsamında cihaz üzerinde bulunan aparat ile suntalam yüzeye TS 4757 standartlarına uygun olarak 10000 kez çizme işlemi gerçekleştirilerek yüzeyin hasar alma durumu gözlenmiştir. Testin başarılı geçmesinin ardından prototipin ayak mekanizmasının dayanıklılığını tespit etmeye yönelik mukavemet testi kapsamında masanın üst orta yüzeyine 5000 kez 5-10 Newton değerleri aralığında vurulma işlemi gerçekleştirilmiştir.

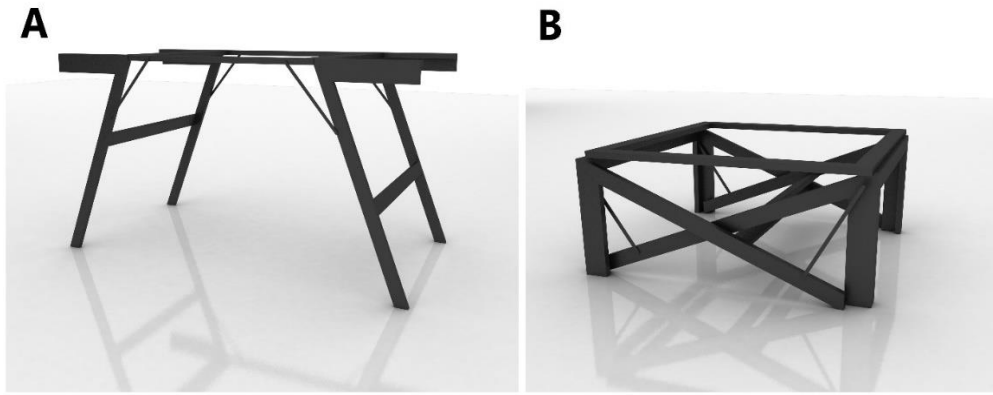
BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmamız kapsamında gerçekleştirdiğimiz literatür tarama neticesinde tüketicilerin mobilya tercihlerinde kullanışlı ve dayanıklı olmasının yanı sıra oda ölçüleri ile uyumuna önem gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda, katlanabilir mekanizması ile yemek masasından orta sehpa dönüşebilen mobilya tasarıma yönelik prototip için öncelikle AutoCAD programı aracılığıyla iki boyutlu teknik çizimler oluşturulmuştur (Resim 1). Hazırlanan teknik çizimler doğrultusunda 3ds Max yazılımında prototipin orta sehpa ve yemek masası durumlarında görünümü, üç boyutlu tasarımı oluşturularak tasarım görselleştirilmiştir (Resim 2 ve Resim 3).

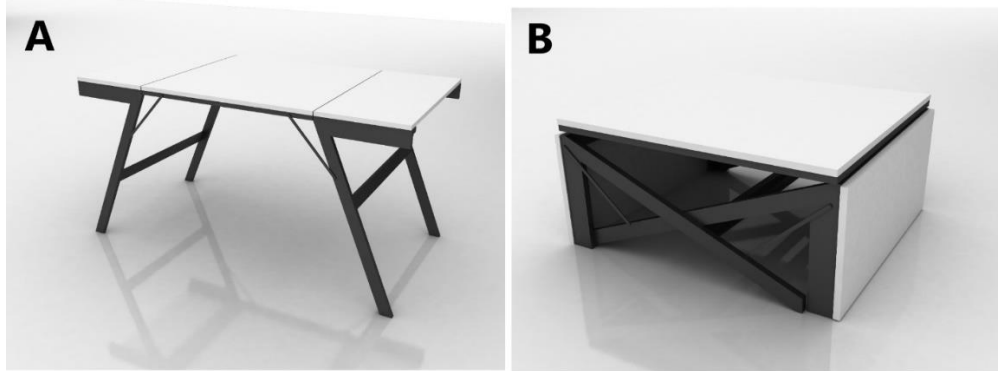




Resim 1. Tasarımın ön (A), sol (B) ve üst (C) görünüşlerine ait teknik çizim



Resim 2. Tasarımın iskeletine ait yemek masası (A) ve orta sehpa (B) konumundaki üç boyutlu görselleri



Resim 3. Tasarımın, yemek masası (A) ve orta sehpa (B) konumundaki üç boyutlu görselleri

Tasarım çalışmalarının tamamlanmasının ardından prototip üretimi için araştırmalarımız doğrultusunda ilgili tasarımında kullanımına karar verilen malzemelerin tedariki sağlanmıştır. Prototip montajının tamamlanmasıyla dayanımını test etmek amacıyla yüzey çizilme ve mukavemet testleri uygulanmıştır. TS EN 12521 standartlarına göre prototipin üzerine 5000 kez 5-10 Newton basınç değeri aralıklarında vurulma işlemi yapılmıştır. Bu mukavemet testi sonucunda masanın herhangi bir yerinde deformasyon oluşmamıştır. Aynı şekilde masa üst yüzey çizilme testinde TS 4757 standartlarına göre prototipin üzeri 10000 kez çizilme işlemine tabi tutulup, testin sonunda prototip üst yüzeyinde herhangi bir deformasyon oluşmadığı gözlemlenmiştir (Resim 4).



No		KONU	AÇIKLAMA	ÖLÇÜLEN	GÖRSEL	SONUÇ
1	Katlanabilir Masa Para Çizilme Testi	Masa üst panel çizilme testi (TS 4757)	10000 defa		UYGUN	
2	Katlanabilir Masa Mukavemet Testi	Masa üst panel mukavemet testi (TS EN 12521 min 5 nV- max 10 nV)	5000		UYGUN	

Resim 4. Prototipin yüzey çizilme testi bulguları (A), prototipin mukavemet testi bulguları (B)

SONUÇLAR

Çalışmamız neticesinde geliştirilen yemek masasından orta sehpa dönüşebilen nitelikteki prototip mobilyanın sahip olduğu açılıp kapanma mekanizması ile kullanımda fonksiyonellik ve alan tasarrufu sağlanmıştır. Bununla birlikte katlanabilme özelliği, istifleme kolaylığı sağlayarak ürünü e-ticaret satışlarına uygun hale getirmektedir. Geliştirdiğimiz prototip firmamız bünyesinde uyguladığımız çizilme ve darbe testlerini başarıyla geçmiştir. İlaveten, katlanma mekanizmasında kullanılan lamalar sayesinde piyasadaki benzerlerine kıyasla daha stabil ve denge problemi olmayan bir prototip elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Terece, Z, Edirne, J., Kariptaş, F. S. Türkiye'de Mobilya Sektörünün Durumu ve 2000'li Yıllardan Sonra Küreselleşme Etkisi ile Değişimi. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 2020; 3(1),161-176.
- [2] Islakoğlu, M. Mimarlıkta Minimalizm. Ege Mimarlık Dergisi. 2005;55 (3),14.
- [3] Erdem, T. *Mobilya tarihine genel bakış ve art deco* .Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi. 2007
- [4] Arpacı F., Obuz K. Tüketicilerin Mobilyaya İlişkin Tercihleri. Akademik Bakış Dergisi. 2013; 36.



ÇELİK YAPILARDA MALİYET AZALTI LMASI İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM; TOPOLOJİK OPTİMİZASYON

Hakan ŞAHMAN¹, M. Akif ŞAHMAN², Abdurrahman KARABULUT³

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Makine Müh. ABD, 03100 Afyonkarahisar

²Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Elektrik/Elektronik Müh. ABD, 42100 Konya

³Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Makine Müh. ABD, 03100 Afyonkarahisar
(e-posta: hakan.sahman@omsmakina.com)

GİRİŞ

Günümüzde pek çok sektörde maliyet azaltılması için çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle makine imalat sektöründe bu çalışmalar çok fazladır. Çünkü uygun maliyet ve aynı performanslı sistemler üretilmesi uluslararası pazarda rekabeti arttırmak için zorunlu bir şart olmuştur. Bu noktada firmalar topolojik optimizasyona yönelmektedir. Topolojik optimizasyon yöntemi sayesinde daha düşük hacimde veya daha az malzeme kullanarak aynı mukavim değerler sağlanmaktadır. Kullanılacak optimizasyon şekli ile firma kütle, hacim veya yan ekipmanlarda maliyet azaltımına gidebilmektedir.

Bu çalışmanın uygulanacağı alan kaynak otomasyon sektörüdür. Günümüzde oldukça gelişmiş olan kaynak otomasyon sektöründe rekabet çok fazladır. Özellikle Çin pazarından gelen ürünler düşük maliyet ile iç piyasada ürün satışını zorlamaktadır. Yapılan bu çalışmada ülkemizde 3. Köprü olan Yavuz Sultan Selim köprüsünü ayaklarında kullanılacak olan beton kalıplarının kaynak işlemi için yatay bom tasarımı optimizasyon işlemidir. İhaleyi alan yüklenici firma talep ettiği hassasiyet ve bom dış ölçülerindeki sınırlar dahilinde topolojik optimizasyon yapılacaktır.

Yapılan çalışmanın asıl amacı maliyetinin büyük bölümü çelik konstrüksiyon ve bunun hareketini sağlayan yan ekipmanlar olan mekanizmaların hedeflenen kriterlerde optimum emniyet katsayına göre indirgenerek maliyet azaltılmasıdır.

Yapılan bu çalışmada 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

1. Mevcut Durum Kritik Nokta Statik Analiz
2. Mevcut Durum Topolojik Optimizasyon (Ağırlık Azaltımı)
3. Yeni Gövde Tasarım ve Statik Analiz

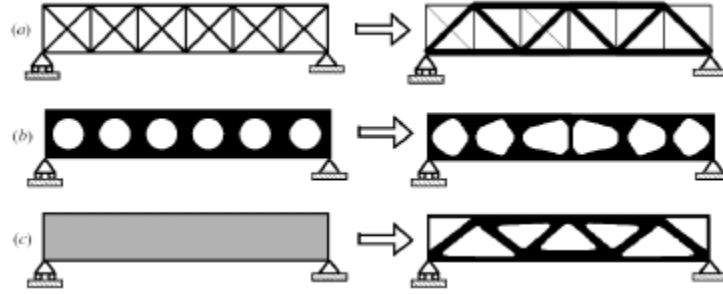
Topolojik optimizasyon konusunda pek çok çalışma bulunmaktadır. Mühendislikte tasarım optimizasyonu çözümleri, yapısal optimizasyon altında üç ana grupta incelenmektedir [1]

* Boyut Optimizasyonu



- * Şekil Optimizasyonu
- * Topoloji Optimizasyonu

Şekil 1.'de bu üç farklı yapısal optimizasyon yöntemi gösterilmektedir [2].



Şekil 1. Yapısal Optimizasyon Yöntemleri; (a) Boyut, (b) Şekil ve (c) Topoloji

- Boyut Optimizasyonu;

Boyut optimizasyonu; uygun yapıya ulaşmak için yapının boyut ve ölçülerinin değişmesi uygulamasıyla tanımlanır. Yapının kesiti ve kalınlığı gibi değişkenler optimize edilir [3].

- Şekil Optimizasyonu;

Şekil optimizasyonu yapının dış geometrisi ve delik yapısının optimize edilmesini, kısaca şekil yönünden değişikliklerin optimize edilmesidir. Topoloji Optimizasyonunun sınırlandırılmış halidir. Topolojisi belirlenmiş yapının en uygun sınırlarını hesaplar [3]. Şekil optimizasyonu sürekli yapılarda daha önce belirlenen sınırları değiştirerek verilen kısıtlar altında en uygun tasarımın yakalanabilmesi için uygulanır. Sistemin deliklerinin görünüşü değişirken, topolojisi değişmez [4].

- Topolojik Optimizasyon;

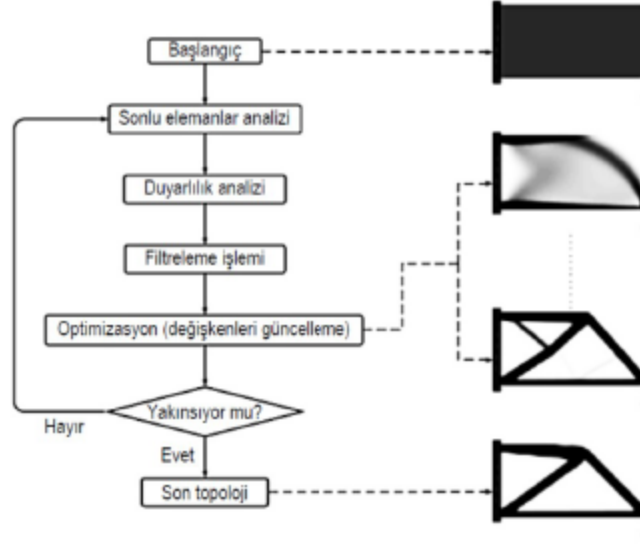
Topolojik optimizasyon kullanıcı tarafından tanımlanan sınır şartlar dahilinde en küçük kütle ile en yüksek dayanımı elde etmektir. Topolojik optimizasyonda işleme tabi tutulan gövde ile optimize edilen gövde arasında boyutsal olarak çok fazla farklılıklar olabilmektedir. Zaten topolojik optimizasyonun ana amacı optimum malzeme ile en yüksek verimi elde etmektir.

Topoloji Optimizasyonu Yöntemleri; Şekil 2.'de gösterilmektedir [5].



Şekil 2. Topoloji Optimizasyonu Yöntemleri [5]

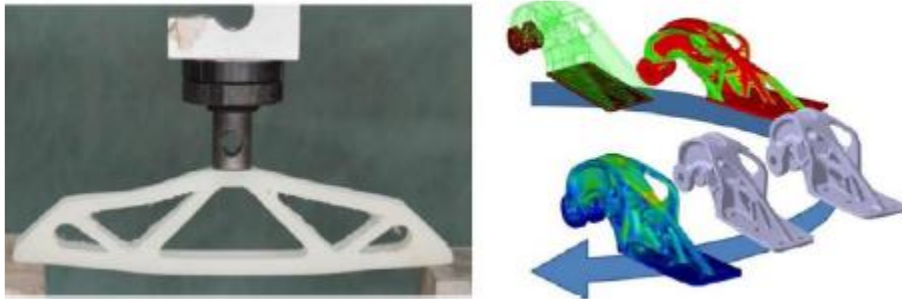
Şekil yük etkisi altında olan dolu ankastre bir kirişin Topoloji Optimizasyonu adımları, örnek olarak Şekil 3.'te görülmektedir [6];[7]. Bu adımlardan “filtreleme”, Topoloji Optimizasyonu sonucunda, ağ boyutu küçüldükçe dama tahtasına benzer topolojilerin ortaya çıkmasının engellenmesinde ve oluşturulacak yapının direngenliğinin homojenleştirilmesinde görev almaktadır [8].



Şekil 3. Topoloji Optimizasyonu Adımları [6];[7]

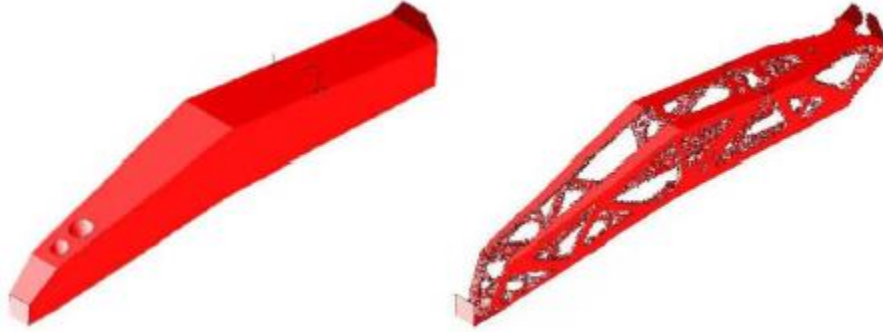
Sadece makine imalat sektöründe değil pek çok sektörde topolojik optimizasyon yapılmaktadır. Bununla alakalı örnekler ve çalışmalar aşağıdaki gibidir.

Uçak ve uzay yapı tasarımında uygulanan topoloji optimizasyon tekniklerindeki son gelişmeleri araştırmaktır Şekil 4’de görüldüğü üzere ileri görüşlü bir perspektif sağlamak için, dinamik yanıt tasarımında, şekil koruma tasarımında, akıllı yapı tasarımında, yapısal özellikler tasarımında ve katkı imalatında topoloji optimizasyonunun potansiyel uygulamaları sunulmaktadır [9].



Şekil 4. Yapı Tasarımında Topolojik Optimizasyon Çalışmaları

Başka bir çalışmada özellikle uzay ve havacılıkta kullanılan geometriler topolojik olarak optimize edilmiştir. Şekil 5’te görülen tasarımlar için FEA kullanılmış ve daha sonra dayanım testleri ile doğrulanmıştır [10].



Şekil 5. Yapı Tasarımında Topolojik Optimizasyon Çalışmaları

GEREÇ VE YÖNTEM

Yapılan bu çalışmada teleskobik yatay kaynak bom analizi ve topolojik optimizasyonu yapılmıştır. Analizi yapılacak olan teleskobik bom twin tandem tozalti kaynak işlemi yapacaktır. Kaynak işlemi sırasında kaynak hassasiyeti için 3 eksenli kaynak tracker i kullanılmıştır. Projeyi talep eden ÇİMTAŞ firması hedef kitlesi olarak 13 mt bom açıklığı ve uç kısımda 750 kg ağırlıkta maksimum 15 mm sehim talep etmiştir. Ayrıca 750 mm genişlik ve 850 mm yüksekliğin sınır ölçüler olduğunu belirtmiştir. Bu taleplerinin amacı üretilecek olan silindirik malzemenin ülkemizde yapılacak olan 3. Köprünün zemin kazıklarının imalatında kullanılacak olmasıdır.



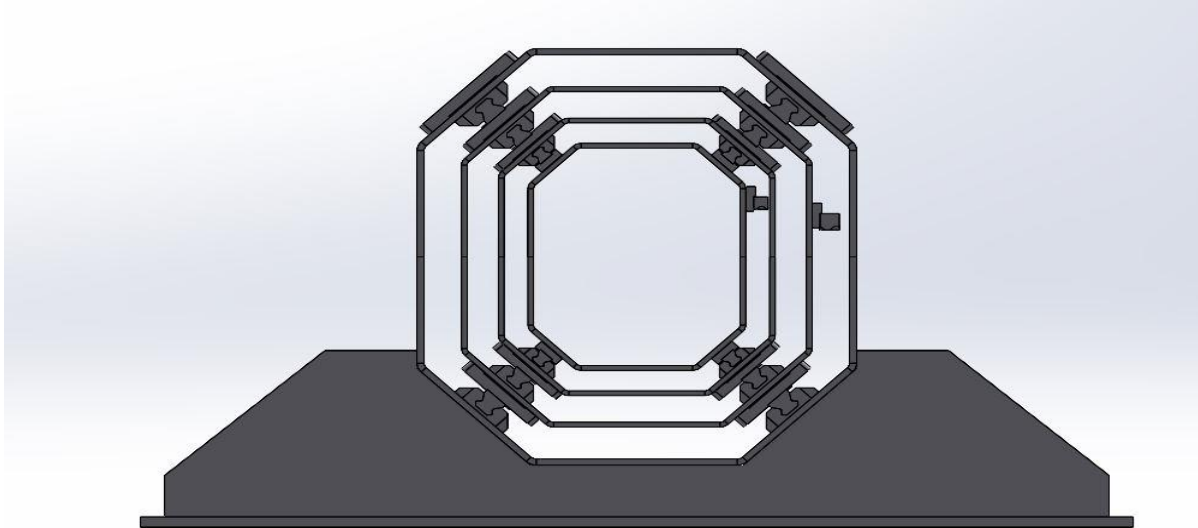
Öncelikle talepler doğrultusunda maksimum değerlerde teleskobik bom tasarımı yapılmıştır. Tasarım aşamasında mekanik ve konstrüksiyon tasarımında kapsamlı olduğu için Solidworks 2022 tercih edilmiştir. Yapılan tasarım aşağıda Şekil.6 da gösterilmiştir.



Şekil 6. Teleskobik Yatak Tozaltı Kaynak Sistemi



Yapılan tasarımda yatak eksenindeki hareketin yataklanması için lineer araba ve kızak sistemi tercih edilmiştir. Tercih edilen lineer sistem bilyalı yerine masuralıdır. Bunun sebebi hem daha yüksek kapasiteli olması hem de masuralı lineer sistemlerin boşluk miktarlarının daha az olmasıdır. Yatayda hareketin sağlanması için pinyon kremayer sistemi tercih edilmiştir. Bunun sebebi diğer iki hareket sistemi olan triger kayış sistemi ve vidalı bilyalı mil sisteminin oldukça maliyetli olmasıdır. Ayrıca sistemde ölçü sınırı ve ağırlık şartı olması sebebi ile hidrolik sistemde tercih edilmemiştir. Pinyon-Kremayer sistemi yatayda hareketi sağlarken sehimin

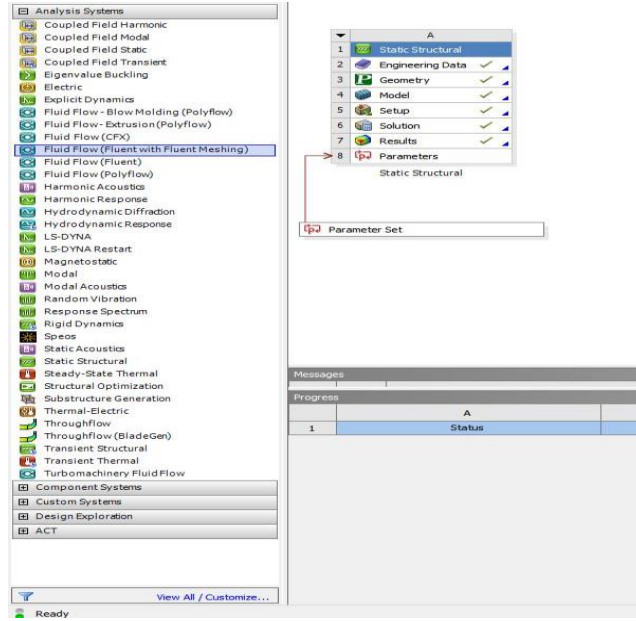


Şekil 7. Yapı Tasarımında Topolojik Optimizasyon Çalışmaları

oluşmaması da için de ek mukavemet sağlamaktadır. Lineer yatakların konumu Şekil.7 daki gibi 45 derecelere eklenmiştir. Bunun sebebi sehimi azaltmak ve montaj bakım kolaylığıdır. Diğer bir husus ise daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular dahilinde altıgene yakın bir geometri tercih edilmiştir. Bu modelin tercih edilmesinin bir diğer sebebi ise üretim, montaj ve daha mukavim olmasıdır.

Oluşturulan model analizin kolay ve hızlı olabilmesi için sadeleştirilmiştir. Bu sadeleştirmenin amacı analiz öncesi yapılacak olan yüzey haritalama mesh işleminin daha hassas ve hızlı olması içindir.

Oluşturulan model topolojik optimizasyon için parasolid formatında kaydedilmiştir. Kaydedilen model ANSYS R18.2 Workbench programı yardımı ile açılmıştır. Topolojik Optimizasyon yapmadan önce ilk tasarımın hedefler doğrultusunda mukavim ve sehim değerini öğrenmek için Static Structural Analiz yapılmıştır. Şekil 8. görselde Static Structural Analiz seçimi görülmektedir.

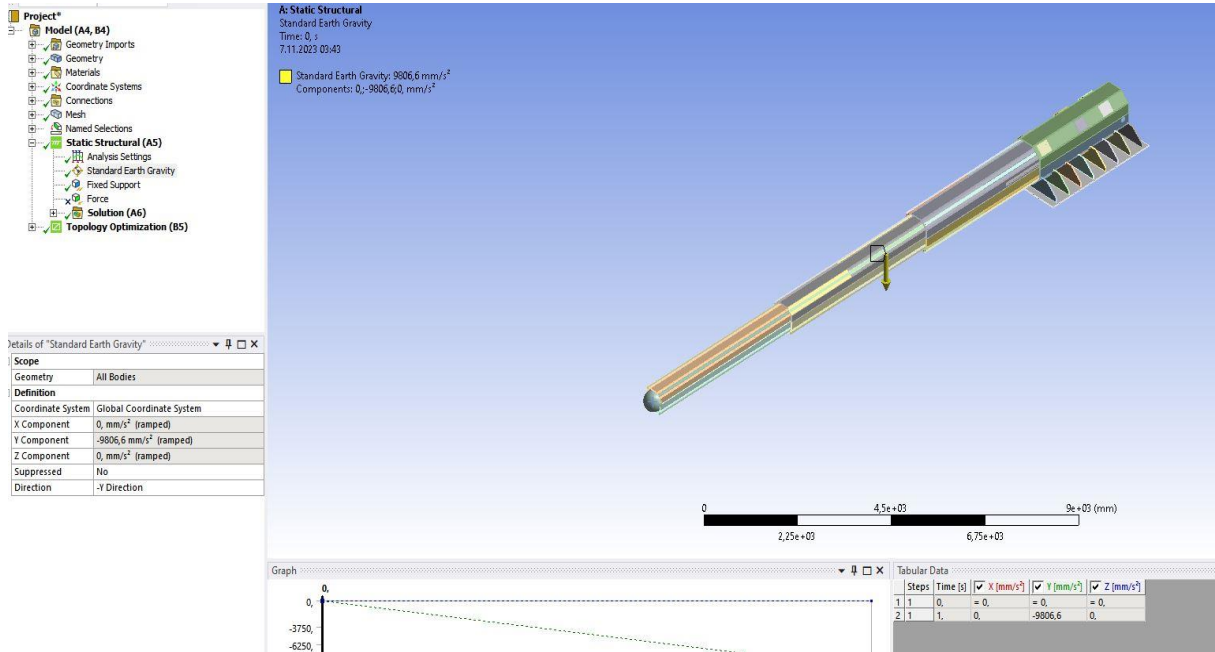


Şekil 8. Ansys R18.2 Workbench Static Structural

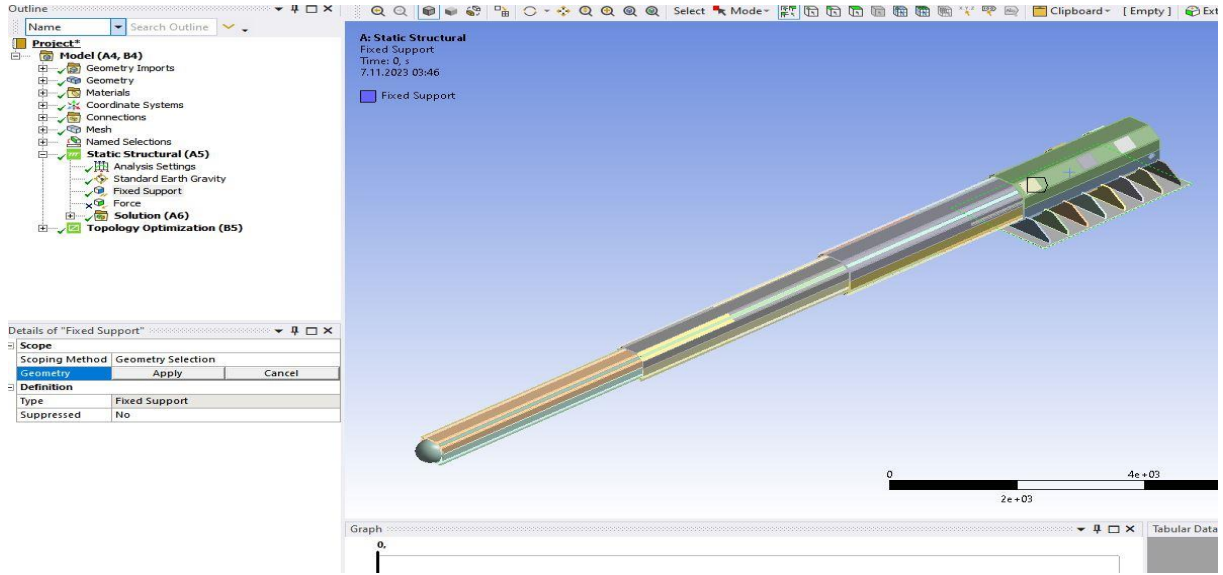
Modelin tanımlanması sonrasında Setup kısmından Ansys Mechanical kısmı aktif edilmiştir. Statik analiz için sınır şartları bu kısımda belirlenecektir.



Ansys Mechanical kısmında öncelikle sınır şartlarımızı sisteme tanımlamamız gerekmektedir. Bunlar sistemin sabitleneceği olan Fixed Support ve ağırlık merkezidir. Normal şartlarda analizin daha kolay olması için Solidworks tasarımında bom sistemi ucuna 750 kg tanımlanmıştır. Bu yüzden direk sehimi görebilmek için yer çekimi ivmesini -Y ekseninde tanımlarız. Bu tanımlama işlemi aşağıdaki Şekil 9. ve Şekil 10. gösterilmiştir.



Şekil 9. Ansys R18.2 Mechanical Yerçekimi Tanımlama



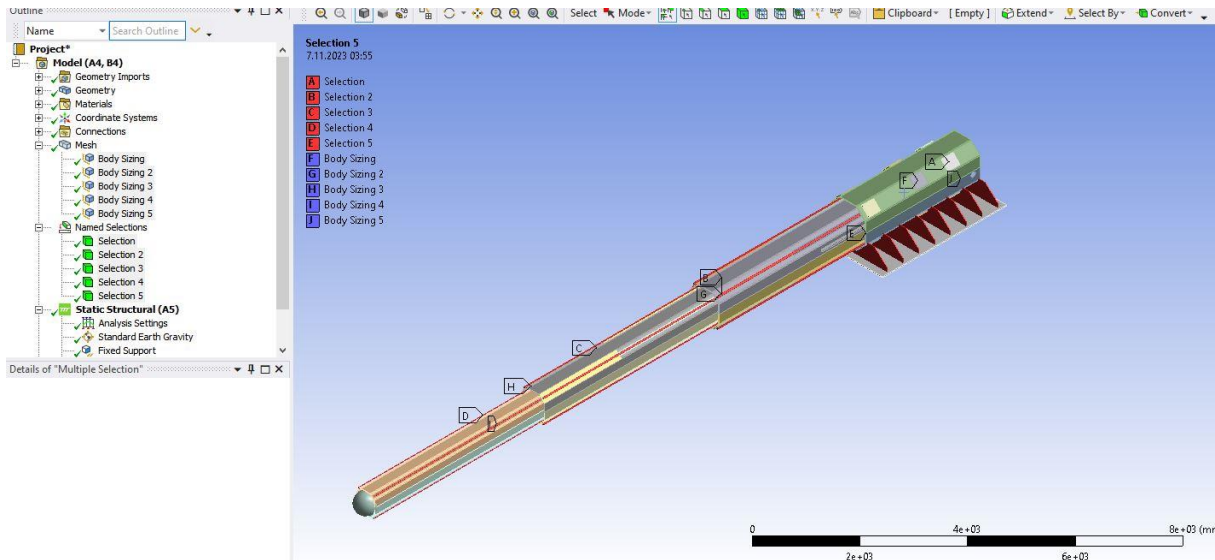
Şekil 10. Ansys R18.2 Mechanical Fixed Support Tanımlama

Mevcut tanımlama işlemlerinden sonra yüzey haritalama işlemi olan mesh kısmına geçilmiştir. Bu kısımda önemli olan durum gövdenin çok büyük olmasına karşın lineer yataklama elemanları üstünde bulunan geometri şekilleri küçüktür. Mesh işleminin düzgün yapılabilmesi için bunun iki yöntemi vardır. Bunlar;

- Mesh boyutunun oldukça küçük tanımlanması
- Küçük malzemelerin ayrı şekilde Mesh işlemine tabi tutulmasıdır.



İlk yöntemde mesh sayısı çok yüksek olacağı için analiz süresi oldukça uzun olacaktır. Bu yüzden tercih edilmez. İkinci yöntem daha uygundur. Bu yöntemde ise öncelikle ayrı mesh e tabi tutulacak malzemeler Name Selection şeklinde ayrı ayrı gruplandırılıp ayrı Body Sizing yapılır. Bu işlem Şekil 11.'de gösterilmiştir.



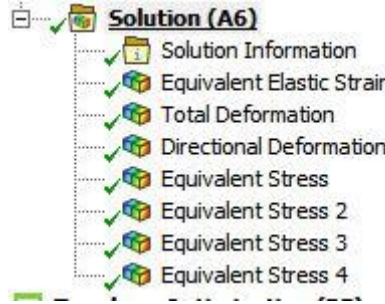
Şekil 11. Ansys R18.2 Mechanical Name Selection ve Body Sizing

Yapılan bu tüm işlemler mevcut modelimizin Static Structural Analizi içindir. Analizi çözümü için solve butonu aktif edilir. Buluna değerlere kayıt altına alınır.

BULGULAR

Mevcut Durum Analiz Sonuçları

Ansys R18.2 Mechanical kısmında yapılan analiz sonuçları aşağıdaki gibidir. Özellikle bom kritik gerilme noktası olan en uc açıklık halindeki sehim, gövde şekil değişiklikleri ve yataklara gelen kuvvetler gözlemlenmiştir. Bu sebeple Şekil 12.'de bulunan analiz sonuçları alınmak için tanımlanmıştır.

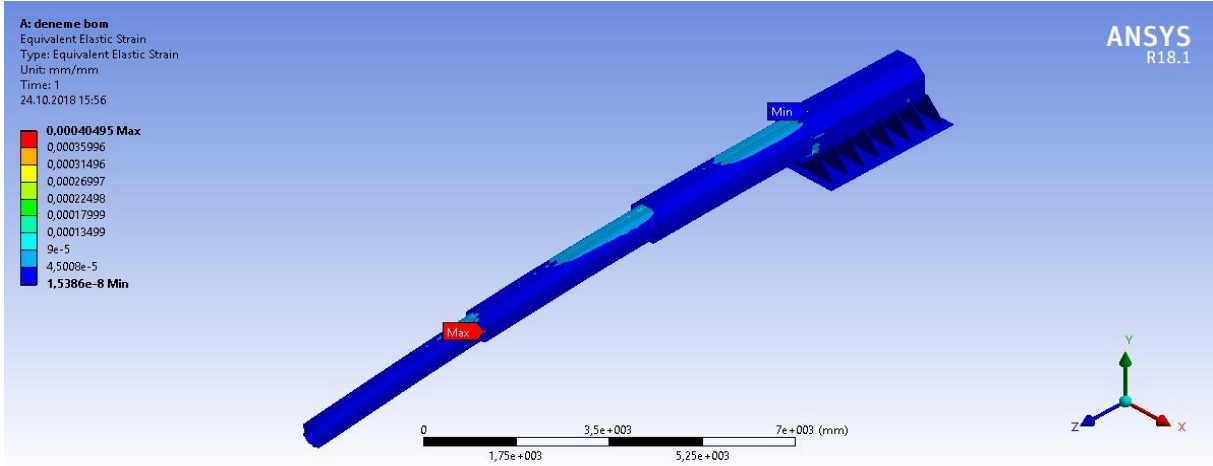


Şekil 12. Ansys R18.2 Mechanical Analiz Sonucu

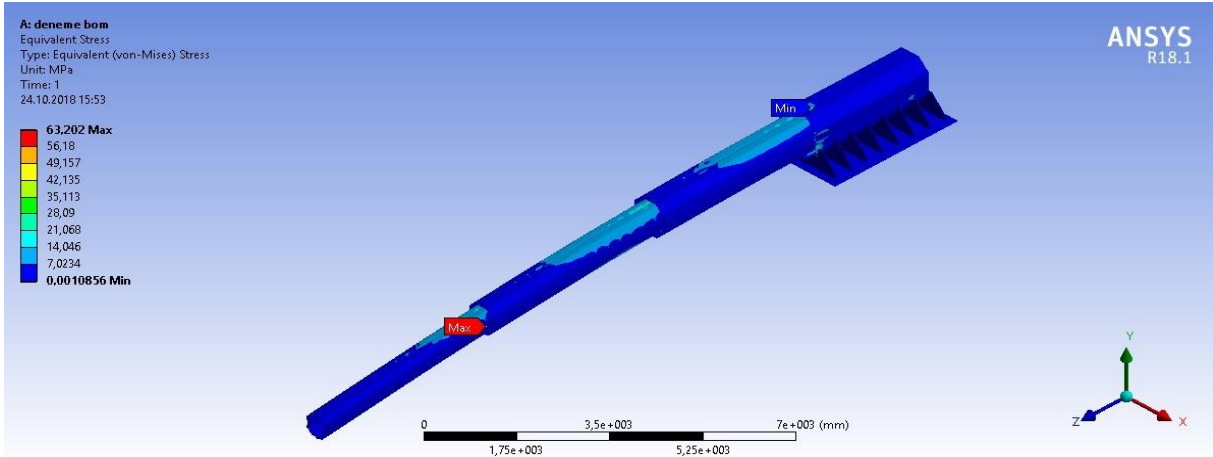
Bulunan değerler aşağıdaki Tablo 1. de listelenmiştir. Ayrıca değerlerin görselleri Şekil 13. – Şekil 19. arasında gösterilmiştir.

Tablo 1. Mevcut Durum Analiz Tablo

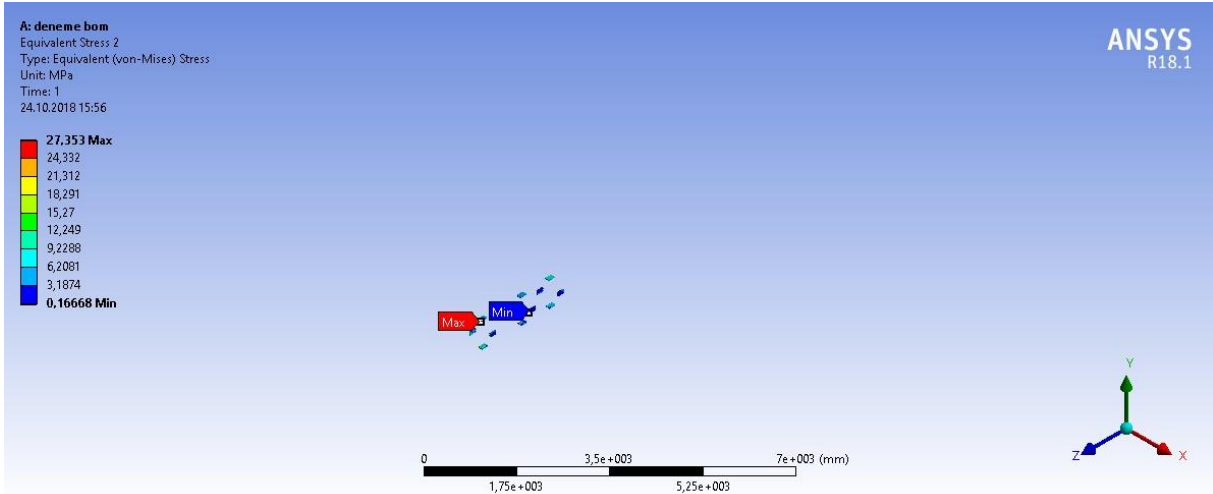
Analiz Sonuç	Mevcut
<i>Elastic Strain (mm/mm)</i>	Min: 1,56 e-8 Max: 0,0004
<i>Equivalent Stress MPa</i>	Min: 0,001 Max: 62,2
<i>Equivalent Stress (Ön Lineer Taşıyıcı)MPa</i>	Min: 0,16 Max: 27,3
<i>Equivalent Stress Orta Lineer Taşıyıcı Mpa</i>	Min: 0,16 Max: 36,7
<i>Equivalent Stress (Arka Lineer Taşıyıcı)MPa</i>	Min: 0,035 Max: 41,53
<i>Tomlam Deformasyon mm</i>	Min: 0 Max: 11,9
<i>Eksenel Deformasyon (Y Axis) mm</i>	Min: 0,14 Max: 11,89
<i>Ağırlık (Kg)</i>	9436
<i>Taşıyıcı Tipleri</i>	45-35-30 Uzun Tip



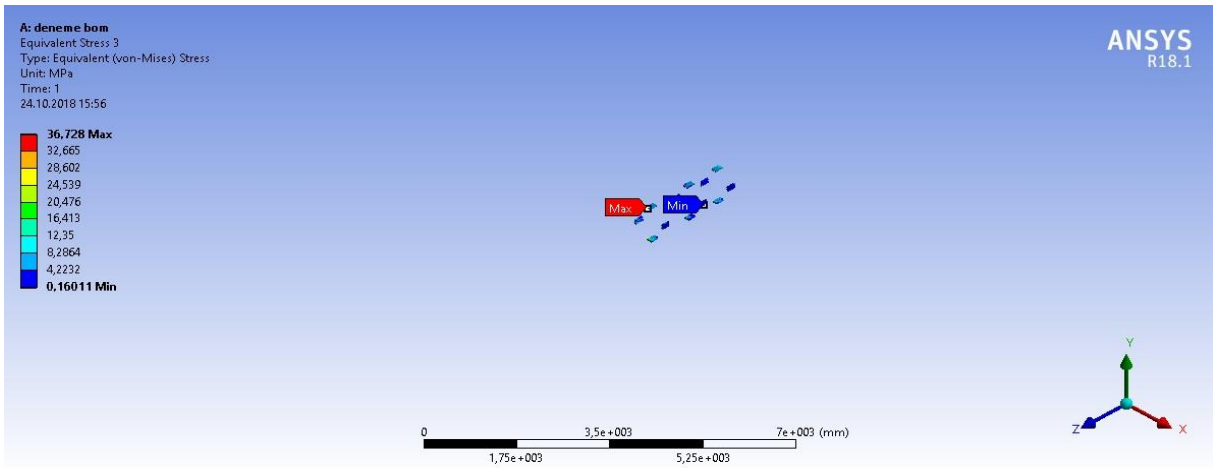
Şekil 13. Ansys R18.2 Mechanical Elastic Strain



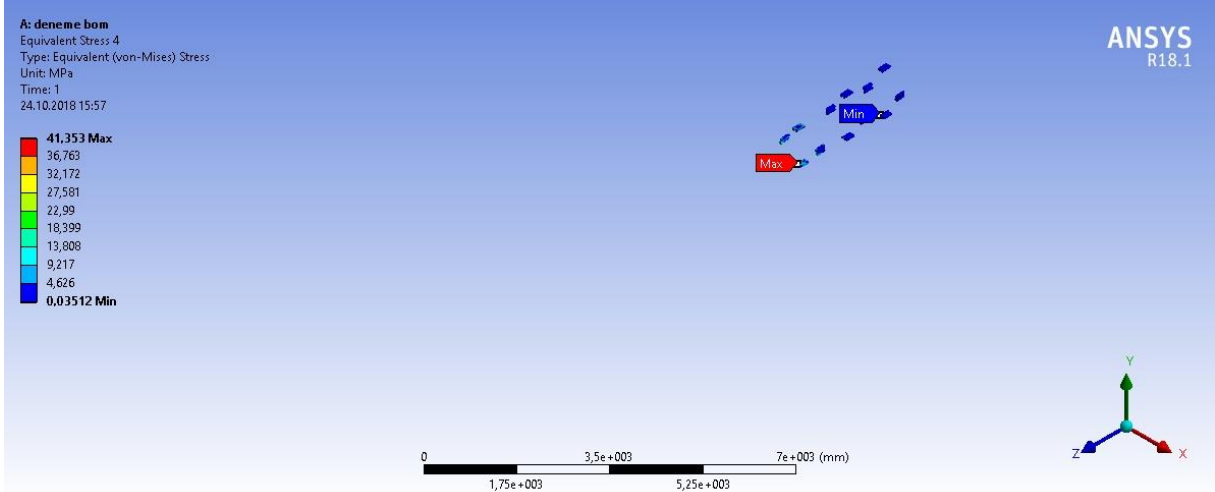
Şekil 14. Ansys R18.2 Mechanical Equivalent Stress



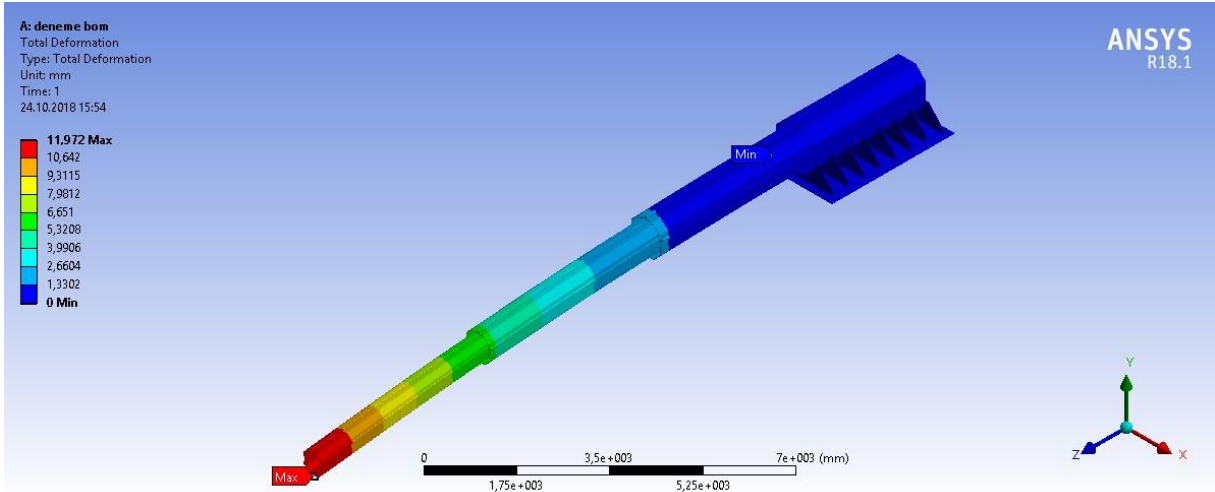
Şekil 15. Ansys R18.2 Mechanical Ön Taşıyıcı Stres



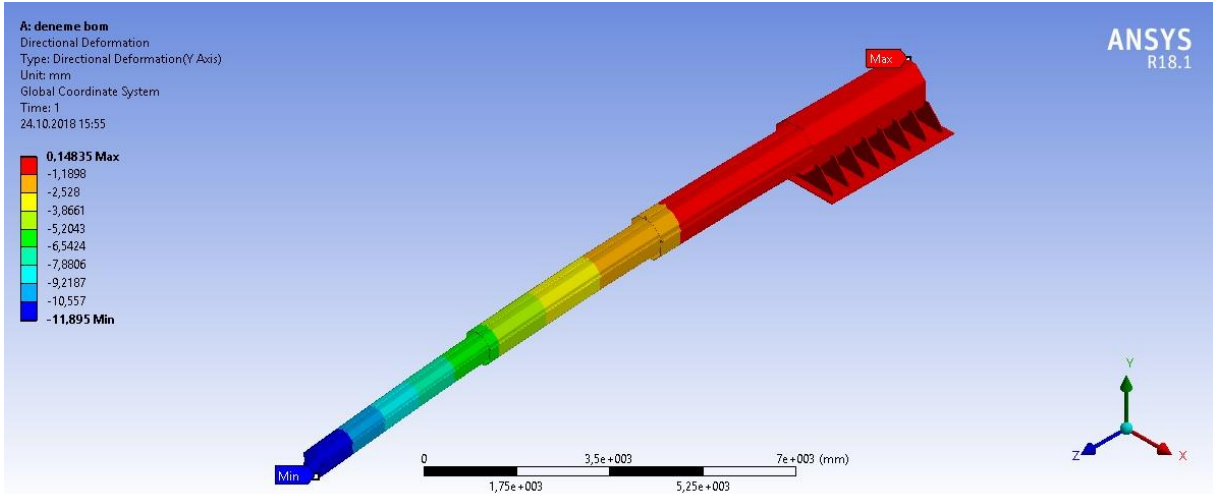
Şekil 16. Ansys R18.2 Mechanical Orta Taşıyıcı Stres



Şekil 17. Ansys R18.2 Mechanical Arka Taşıyıcı Stres



Şekil 18. Ansys R18.2 Mechanical Total Deformasyon

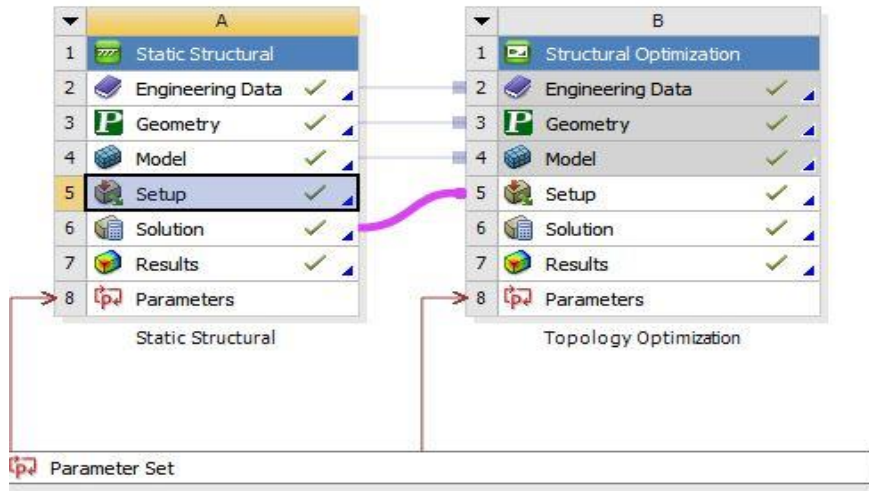


Şekil 19. Ansys R18.2 Mechanical Y Eksen Deformasyon

Bulunan analiz sonuçları çalışmanın başında belirlene sınır şartlar dahilinde olduğu elde edilmiştir. Bu sonuçların daha iyileştirilmesi ve maliyet azaltılması amacı ile çalışmanın ana amacı olan topolojik optimizasyona sistem tabi tutulmuştur.

Topolojik Optimizasyon

Mevcut durum analiz sonuçlarına bağlı olarak Ansys Workbench ekranında Structural Optimization eklentisi aktif edilir. Burdaki önemi olan husus optimizasyon kısmında Static Structural analizi sonucu Static Optimization un Setup kısmı ile eşleşmiş olmalıdır. Aşağıdaki Şekil 20. Da bu gösterilmektedir.



Şekil 20. Ansys R18.2 Workbench Topolojik Optimizasyon

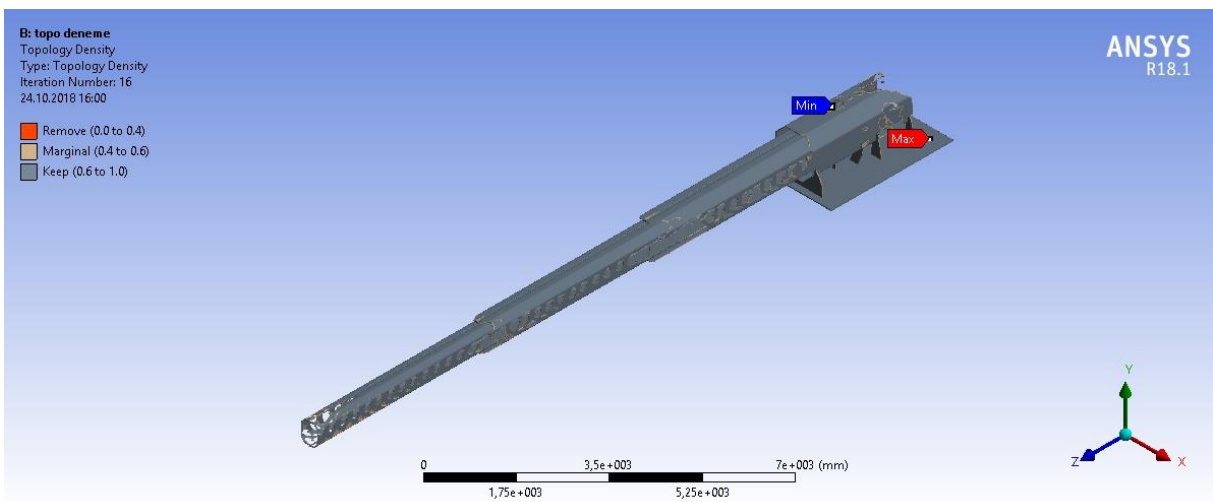
Topolojik Optimizasyon analizi için öncelikle optimizasyon hedefimizi belirlememiz gerekmektedir. Bu çalışmada önceliğimiz ağırlığı azaltmaktır. Şekil optimizasyonu ihtiyacı bulunmamaktadır. Çünkü yapılan ilk analizde hedef sehim olan 15 mm altında bir değer elde edilmiştir. Analiz sınır şartları belirlenirken ilk analizde tanımlanan yer çekimi ivmesi topolojik optimizasyon analizinde iptal edilmelidir. Çünkü her malzeme çıkartım işleminde bom sistemini ağırlık merkezi değişecektir. Buna bağlı olarak da analiz sonsuz çevrime girecektir. Bu yüzden yer çekimi iptal edilip sadece sistemin on kısmına 750 kg ağırlık tanımlanmıştır.

Topolojik optimizasyon neticesinde sistemde yaklaşık olarak 3200 Kg bir malzeme fazlalığı ortaya çıkmıştır. Optimizasyon sonuç ekranı Şekil 21.'de gösterilmiştir. Ayrıca optimizasyon sonrası gövdenin son hali Şekil 22'de görülmektedir.



Scope	
Scoping Method	Optimization Region
Optimization Region	Optimization Region
Definition	
Type	Topology Density
By	Iteration
Iteration	Last
<input type="checkbox"/> Retained Threshold	0,5
Exclusions Participation	Yes
Suppressed	No
Results	
<input type="checkbox"/> Minimum	1,e-003
<input type="checkbox"/> Maximum	1,
<input type="checkbox"/> Original Volume	1,2022e+009 mm ³
<input type="checkbox"/> Final Volume	8,0002e+008 mm ³
<input type="checkbox"/> Percent Volume of Original	66,548
<input type="checkbox"/> Original Mass	9436,9 kg
<input type="checkbox"/> Final Mass	6280,1 kg
<input type="checkbox"/> Percent Mass of Original	66,548
Visibility	
Show Optimized Region	Retained Region
Information	
Iteration Number	16

Şekil 21. Ansys R18.2 Mechanical Topolojik Optimizasyon



Şekil 22. Ansys R18.2 Mechanical Topolojik Optimizasyon



Optimize Edilmiş Bom Sistemi

Topolojik optimizasyon sonucunda elde edilen görselde arı peteği şekline benzer boşaltma işlemleri olduğu tespit edilmiştir. Bu model örnek alınarak Şekil 23.'deki gibi bir model oluşturulmuştur.



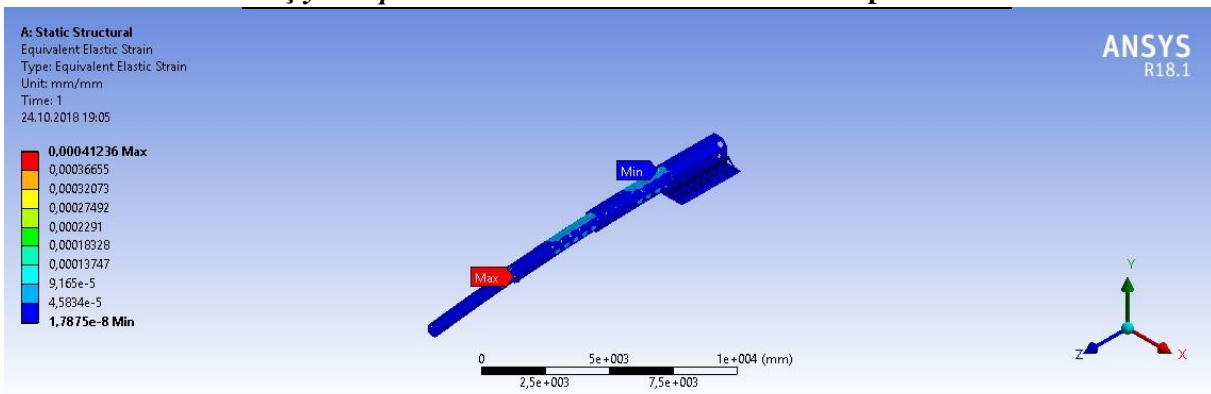
Şekil 23. Ansys R18.2 Optimize Edilmiş Yeni Teleskobik Bom Sistemi

Oluşturulan yeni model tekrar kontrol edilmek için Static Structural analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucu Tablo 2.'de gösterilmiştir. Ayrıca analiz sonuçları Şekil 24-30'da gösterilmiştir.

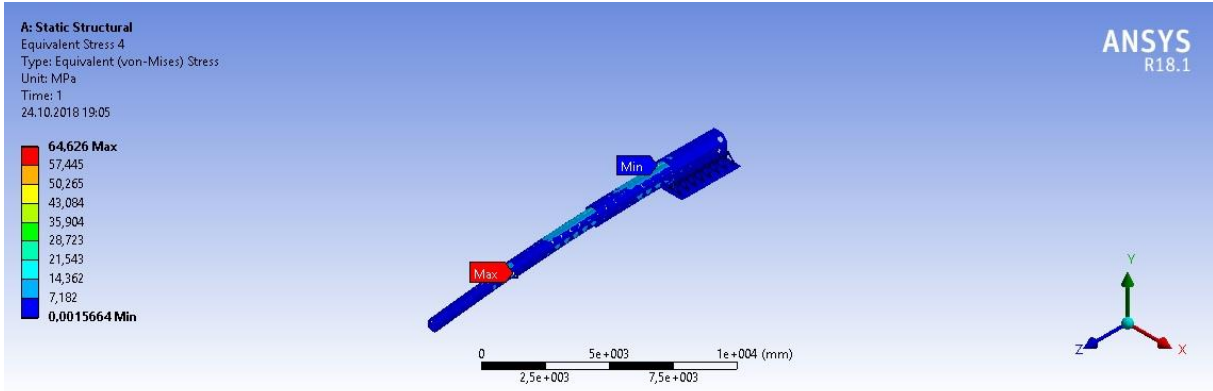


Tablo 2. Optimize Edilmiş Bom Sistem Analiz Tablo

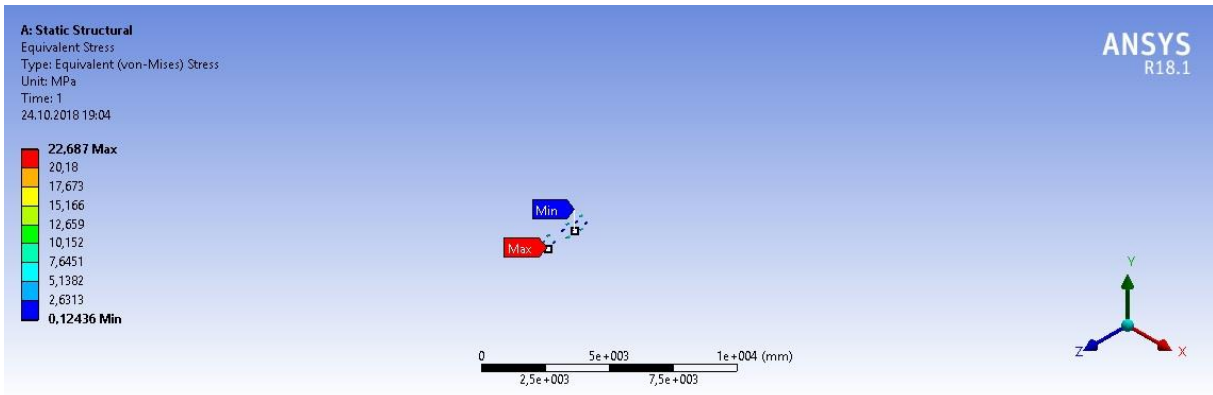
Analiz Sonuç	Optimize
<i>Elastic Strain (mm/mm)</i>	Min:1,78 e-8 Max:0,0004
<i>Equivalent Stress MPa</i>	Min:0,001 Max:64,6
<i>Equivalent Stress (Ön Lineer Taşıyıcı)MPa</i>	Min:0,12 Max:22,68
<i>Equivalent Stress (Orta Lineer Taşıyıcı) Mpa</i>	Min:0,08 Max:33,4
<i>Equivalent Stress (Arka Lineer Taşıyıcı)MPa</i>	Min:0,2 Max:55,9
<i>Toplam Deformasyon mm</i>	Min:0 Max:12,2
<i>Eksenel Deformasyon (Y Axis) mm</i>	Min:0,05 Max:12,1
<i>Ağırlık (Kg)</i>	6280
<i>Taşıyıcı Tipleri</i>	35-30-25 Uzun Tip



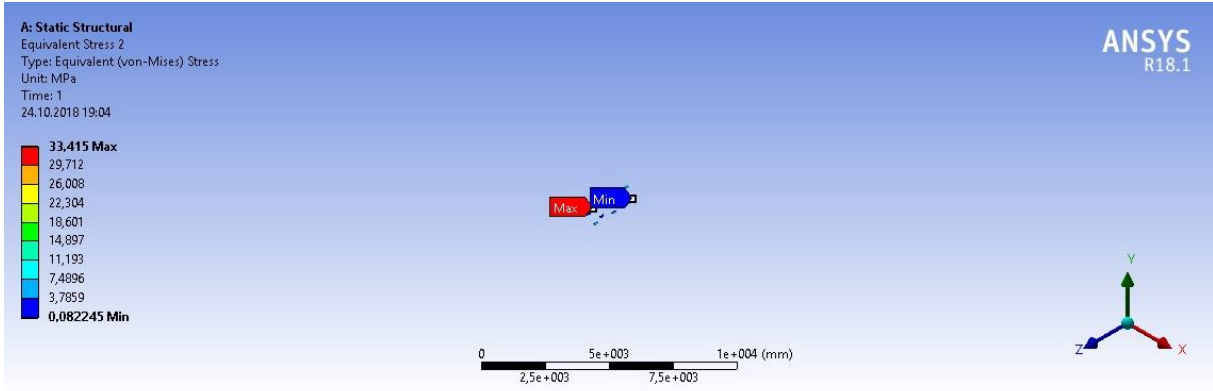
Şekil 24. Ansys R18.2 Optimize Bom Elastic Strain



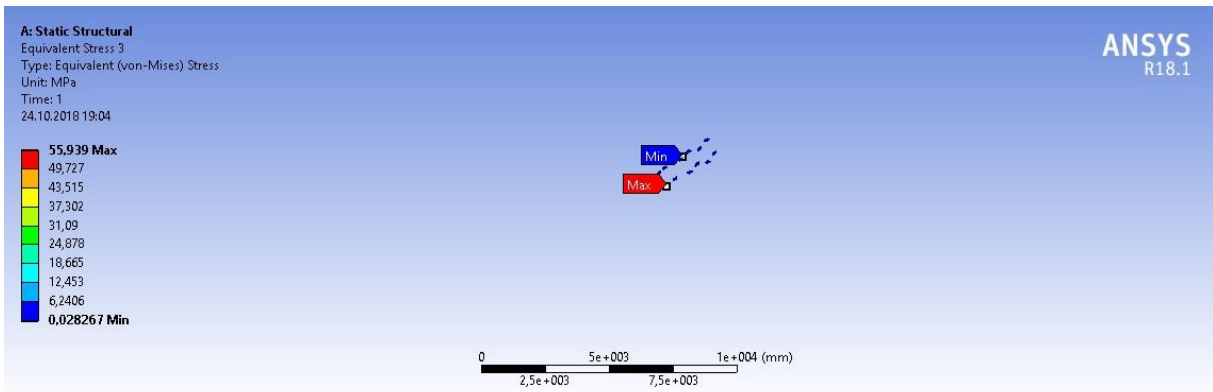
Şekil 25. Ansys R18.2 Optimize Bom Eqivalent Stress



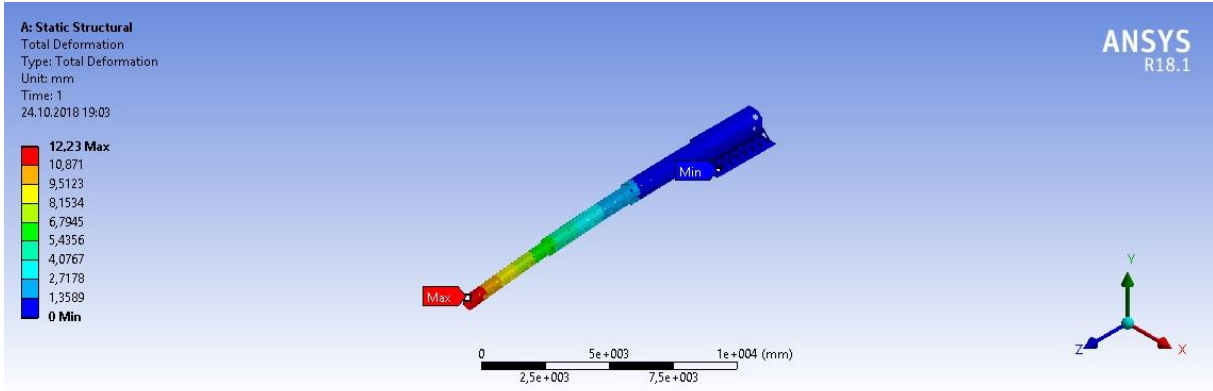
Şekil 26. Ansys R18.2 R18.2 Optimize Bom On Taşıyıcı Stres



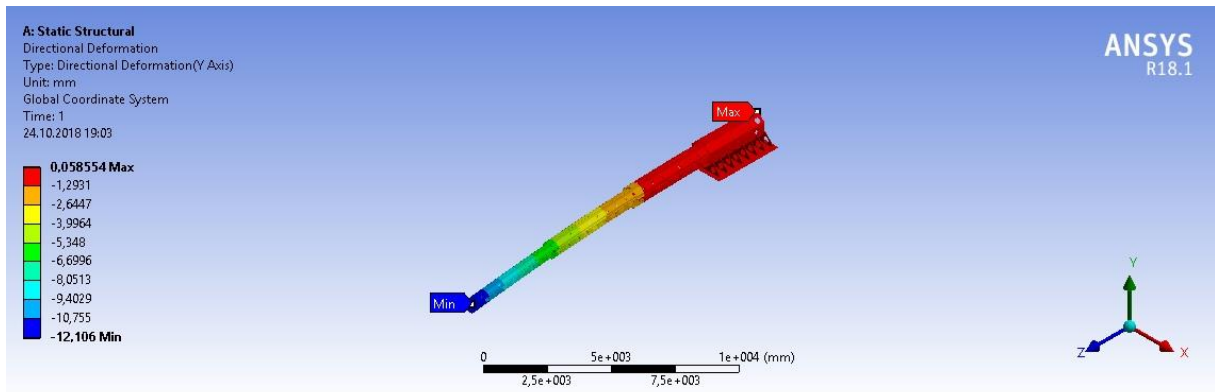
Şekil 27. Ansys R18.2 R18.2 Optimize Bom Orta Taşıyıcı Stres



Şekil 28. Ansys R18.2 R18.2 Optimize Bom Arka Taşıyıcı Stres



Şekil 29. Ansys R18.2 R18.2 Optimize Bom Toplam Deformasyon



Şekil 30. Ansys R18.2 R18.2 Optimize Bom Y Eksen Deformasyon

SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada elde edilen bilgiler ışığında topolojik optimizasyon makine üretim sektöründe maliyet azaltılması için oldukça önemlidir. Tablo 3’de optimize edilmiş sistem ile ilk tasarım arasında kıyaslama mevcuttur.


Tablo 3. Analiz Karşılaştırma Tablo

Analiz Tipi	Mevcut	Optimize
<i>Elastic Strain (mm/mm)</i>	Min: 1,56 e-8 Max: 0,0004	Min: 1,78 e-8 Max: 0,0004
<i>Equivalent Stress MPa</i>	Min: 0,001 Max: 62,2	Min: 0,001 Max: 64,6
<i>Equivalent Stress (Ön Lineer Taşıyıcı)MPa</i>	Min: 0,16 Max: 27,3	Min: 0,12 Max: 22,68
<i>Equivalent Stress (Orta Lineer Taşıyıcı) Mpa</i>	Min: 0,16 Max: 36,7	Min: 0,08 Max: 33,4
<i>Equivalent Stress (Arka Lineer Taşıyıcı)MPa</i>	Min: 0,035 Max: 41,53	Min: 0,2 Max: 55,9
<i>Toplam Deformasyon mm</i>	Min: 0 Max: 11,9	Min: 0 Max: 12,2
<i>Eksenel Deformasyon (Y Ekseni) mm</i>	Min: 0,14 Max: 11,89	Min: 0,05 Max: 12,1
<i>Ağırlık (Kg)</i>	9436	6280
<i>Taşıyıcı Tipi</i>	45-35-30 Uzun Tip	35-30-25 Uzun Tip
<i>Maliyet (USD)</i>	32.000	24.500

Tablo incelendiğinde çalışma başında belirlenen toplam sehim miktarı olan 15 mm optimizasyon sonrasında aşılmadığı ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak da kullanılan lineer yataklama sistemi ekipmanları bir alt model kullanıldığında kızaklar üstüne gelen stres değer optimum şekilde artmıştır. Bu değerlerde ürünlerin katalog sınır değerleri içindedir. Tabloda verine tüm veriler kontrol edildiğinde optimizasyonun ne kadar gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Optimizasyonu yapılan gövdede elde edilen kazanımlar sadece taşıyıcı veya gövde sac maliyeti değildir. Bunlara ek olarak kullanılan diğer hareket mekanizmaları (motor, redüktör vb.), imalat (kaynak, montaj, tedarik vb.) maliyetlerini de azaltmaktadır.

Yapılan çalışma sonucunda topolojik optimizasyon imalat sektörünün olmazsa olmazıdır. Rekabet edilebilir ve buna bağlı olarak katma değerli ürünler üretebilmek için kullanılmalıdır.



KAYNAKLAR

- [1] Larsson, (2016). “Methodology for Topology and Shape Optimization: Application to a Rear Lower Control Arm”, M.Sc. Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- [2] Bendsøe, M. & Sigmund, O., (2003). “Topology Optimization: Theory, Methods and Applications”, Berlin: Springer-Verlag, ISBN 3-540-42992-1.
- [3] Poyraz, M., (2004). “Bir Kamyon Şasisinin Yapısal Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [4] Erol, B., (2019). “Uçak Komponentlerinin Bilgisayar Destekli Malzeme Seçimi ve Topoloji Optimizasyonu ile Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir
- [5] Okudan, A. (2018, 6 Eylül). Topoloji Optimizasyonu-101. 09.08.2020 tarihinde “<https://tr.linkedin.com/pulse/topoloji-optimizasyonu-101-ahmet-okudan>” internet adresinden alınmıştır.
- [6] Wang, S., (2007). “Krylov Subspace Methods for Topology Optimization on Adaptive Meshes”, University of Illinois, PhD Thesis, Illinois: 124 p.
- [7] Johnsen, S., (2013). “Structural Topology Optimization: Basic Theory, Methods and Applications”, Norwegian University of Science and Technology, M. Eng. Thesis, Trondheim: 179 p.
- [8] Topaç, M.M., Bahar, E., Kaplan, A., Sarıkaya, E.Z., (2017). “Topoloji Optimizasyonu Yardımıyla, Askeri Taşıt Bağımsız Ön Süspansiyonu için Alt Salıncak Tasarımı”, 2.Uluslararası Savunma Sanayi Sempozyumu, IDEFIS.
- [9] James K.Guest (2009), "Reducing dimensionality in topology optimization using adaptive design variable fields", Research Article, International Journal for Numerical Methods in Engineering.
- [10] Zhu, Ji-Hong, Wei-Hong Zhang, and Liang Xia. "Topology optimization in aircraft and aerospace structures design." Archives of Computational Methods in Engineering 23.4 (2016): 595-622.



RAY KLEMENSLER İÇİN KAMERA KONTROL FONKSİYONLU VİDA AÇMA, KAPAK PRESLEME VE MONTAJ MAKİNESİ PROTOTİP ÜRETİMİ

Orhan KARA¹, Samet ATİŞ¹, Şerafettin DEMİRBAŞ¹

¹ ONKA Tasarım Merkezi, 41400, Kocaeli.

(orhan.kara@onka.com.tr)

GİRİŞ

İki ya da daha fazla parçadan oluşan elektrik iletim kablo sistemlerinin, birbirlerine doğru bir çalışma prensibi altında bağlanmasını sağlayan ekipmana klemens adı verilmektedir. Aynı konumlarda yer alan iletkenlerin güvenli bir şekilde birbirine bağlanmasını sağlamak amacıyla ise ray klemensler kullanılmaktadır. Ray klemens üretiminde komponentler ayrı parçalar şeklinde üretilmekte ve sonrasında bu parçalar bir araya getirilerek montaj işlemi gerçekleştirilmektedir [1]. Montaj esnasında tüm parçalar eksiksiz olarak bir araya getirilmeli ve kapak sıkıca kapatılmış olmalıdır. Vida bağlantılı ray klemenslerin üzerindeki kablo bağlantı noktasında bulunan vidaların müşteri kullanımı öncesinde çalışır vaziyette olduğunun kontrolü sağlanmalıdır. Bu sebeple firmamızda üretilen her bir vida bağlantılı ray klemense paketleme işlemi öncesinde vida açma testi uygulanmaktadır.

Firmamızda yürütülen üretim prosesinde içerisindeki bakır iletkenleri kontrol edilmiş olan ürünler kapak kapatma makinelerine götürülüp kapağı kapandıktan sonra vida açma işlemine alınmaktadır. Vida açma işlemlerinde operatör tarafından kullanılan havalı tornavidanın yanlış açıda tutulmasından kaynaklı olarak ürüne zarar gelebilmektedir. Bu durum paketleme aşamasına kadar gelmiş ürünün hurdaya ayrılmasına sebebiyet vermekte; üretim aşamasındaki işçilik ve hammadde giderleri açısından firmamızda mali kayba neden olmaktadır. Bununla birlikte ürünlerin montaj işleminin ardından kutulama hazırlık aşamalarında gerçekleştirilen ürün kontrolleri görevli personel tarafından yürütülmektedir. Bu noktalarda denetimden kaçabilecek olası hatalı ürünlerin piyasaya sürülmesi neticesinde firmamızın müşterilerimiz nezdinde prestij ve güven kaybetmesine sebebiyet verme tehlikesi bulunmaktadır. Bu duruma yönelik olarak vida açma işleminde insan hatalarını bertaraf etmek adına ilgili işlem basamağının otomatik olarak gerçekleştirilebilecek bir makine tasarımına gereksinim duyulmuştur. Ürün portföyümüzde bulunan tüm ürünlerin tasarımları firmamıza özel olduğundan bu işlemleri sağlayabilecek standart bir makinenin hazır olarak tedarik edilememiştir. Dolayısıyla bu işlemleri gerçekleştirecek makinenin firmamız bünyesinde ürüne özel tasarlanması ve prototip üretilmesi fikri doğmuştur.

Çalışmamız bünyesinde tasarımı gerçekleştirilen makinede montaj sonrası kutulamaya hazırlanacak olan ürünlerin, güvenlik bariyeri kısmından makinenin ilk istasyonuna operatör tarafından manuel olarak el ile beslemesi yapılmaktadır. Her güvenlik bariyerinden geçiş işlemi tamamlandıktan sonra makine döner tabla



vasıtasıyla bir sonraki istasyona aktarım gerçekleşmektedir. Öncelikle kapak kapatma istasyonunda pnömomatik piston ile kapakları sıkıca kapatılan ürünler, daha sonra vida açma istasyonuna geçerek, yerleri kesin şekilde belirlenmiş havalı tornavidalar ile ürüne zarar vermeden vida açma işleminden geçmektedir. Vida açma işlemleri tamamlanan ürünler kontrol istasyonuna geldiğinde kamera ile önceden tanımlanmış kalite kontrol kriterlerine uygun olarak ayrıştırılması sağlanmakta ve ürünün tahliye istasyonundan ayrılması ile tüm prosedür tamamlanmaktadır.

Tasarlanan makine sayesinde vida açma, kapak presleme ve kontrol gibi montaj sonrası insan eli ile yapılan işlemler otomasyon vasıtasıyla operatör bağımsız hale getirilmiştir. Vida açma işlemi sırasında oluşabilecek hata sonucunda ürünün hurdaya ayrılmasının ve müşteriye uygun olmayan ürün gönderiminin önüne geçilmesi sağlanmıştır. Makineye entegre edilen kamera kontrol cihazı ile sisteme görsel olarak tanımlanan hatalar doğrultusunda hasarlı olan ürün %100 doğruluk oranında ayrıştırılabilmektedir. İlaveeten, üç farklı operasyonun birleştirilmesi ve ilgili süreçlerin hızlanması sayesinde üretim hızının artması sağlanmıştır. Ayrıca, ilerleyen süreçte ilgili makine tasarımında yalnızca ürün istasyonu tasarımının değiştirilerek benzer ürünler çeşitlerinde de kullanılabilir hale getirilmesi sağlanabilecektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bilgisayar Destekli Tasarım

Ürün yelpazemizde yer alan ürünlerin montaj sonrasında kapağını kapattıktan sonra tüketiciye hazır bir şekilde sunmak için tüm vidalarını açan ve ürün kontrolünü yaparak ayrıştıran makinenin tasarımı SolidWorks (Profesyonel 2019 SP4.0) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan Sistemin çalışma prensibine ait işlem basamakları aşağıdaki şekilde belirlenmiş olup ilgili tasarım bu yönergeler doğrultusunda geliştirilmiştir:

1. Montaj sonrasında paketlemeye hazırlanacak vida bağlantılı ray klemensler güvenlik bariyeri kısmından makinenin ilk istasyonuna bir operatör ile manuel olarak yerleştirilecektir.
2. Her güvenlik bariyerinden geçiş işlemi tamamlandıktan sonra makine döner tabla vasıtası ile istasyon aktarımı gerçekleşecektir.
3. İlk istasyondan sonraki istasyon olan kapak kapatma istasyonuna geldiğinde pnömomatik piston ile ürünün kapağı kapatılacaktır.
4. Kapağı kapatılan ürün üzerindeki vidaların açım işlemi için Ø16'lık pistonlardan tahrik alan havalı vidalayıcı istasyonlarına ulaşacaktır. Bu istasyonlarda vida açma işlemleri gerçekleştirilerek müşterinin kullanımına hazır hale ürünler getirilmiş olunacaktır.
5. Vida açma istasyonlarından sonra kamera kontrol istasyonuna gelen ürün önceden belirlenen kalite kriterlerine göre kontrol edilerek sağlam/bozuk olarak belirlenecektir.
6. Bu istasyonları tamamladıktan sonra son istasyon olan düşürme istasyonuna gelecek ürünler kamera kontrolde belirlenen sağlam/bozuk kriterlerine uygun olarak ayıklanarak tahliye edilecektir.



Sisteme ait alt ünitelerin tasarımında dikkat edilen hususlar aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir:

-Makine Tablası: Üzerindeki istasyonları sabitleme amaçlı kullanılan cıvataların yeteri kadar diş ile tutunması, üzerindeki istasyonların ağırlığı ve pnömatik pistonun kapak kapatma esnasındaki uyguladığı kuvvete karşı dayanıklılığı göz önünde bulundurulmuştur. İlaveten, tablanın üretimi esnasında yüzey frezeleme sebebiyle oluşan sıcaklık nedeniyle çarpılmaya sebebiyet vermemesi konularına dikkat edilmiştir.

-Masa Profilleri: Makine operatörünün oturarak rahat çalışabileceği bir yükseklikte olmasına ve masa tablasının rijitliğini koruması için destek sağlamasına dikkat edilmiştir. Üzerine monte edilecek elektronik kontrol elemanlarını ve pnömatik aksamları muhafaza edecek şekilde tasarlanmıştır. Ek olarak, çevresel koşullardan en az derecede etkilenmesi için titreşim alıcı ayaklar tasarıma dahil edilmiştir.

-Tabla Sistemi: Sabit tabla malzemesi sürtünmeden kaynaklı ürüne zarar vermeyecek düşük sertlik değerinde kestamit malzeme seçilmiştir. Tablanın çap ölçüsü, üzerine yerleştirilen 12 adet ürün istasyonunun birbiriyle çakışmasını önleyecek şekilde 595 mm olarak hesaplanmıştır. Tablanın kalınlığı, ürün istasyonları ile havalı tornavidaları aynı seviyede tutacak şekilde 30 mm olarak belirlenmiştir. Döner tabla malzemesi için uzun ömürlü ve hafif olması sağlamak üzere 7075 alüminyum malzeme seçilmiştir. Kalınlığı üzerindeki istasyonları ve ürünleri rijitliğini koruyarak hareket ettirecek şekilde 15 mm; çapı da üzerine yerleştirilen istasyonların birbirleri ile çakışmayacak şekilde 525 mm olarak tespit edilmiştir. Tabla sisteminin hareketini sağlayan servo motor standartlara uygun olacak şekilde 12 istasyon olarak belirlenmiştir. Servo motoru makineye sabitleme için gerekli aparatlar tasarlanarak tablanın ağırlığını taşıyabilmesi için CK45 malzeme tercih edilmiştir.

-Ürün İstasyonları: Malzemesi sürekli ürün ile temas ve sürtünme halinde olacağından ayrıca havalı tornavida uçlarını da merkezlemesi aşamasında aşınmaması için 1.2842 malzeme çelik olarak tercih edilmiştir. İstasyon kalınlığı da kapak kapatma anında pnömatik piston tahrikli kalıba teması olmamakla birlikte havalı tornavida uçlarını muhafaza edecek şekilde 8 mm olarak belirlenmiştir.

-Pnömatik Pistonlar: Vidalayıcıları tahrik etmek için kullanılacak olan pistonların stroku, vida açma mesafesi göz önüne alınarak seçilmiştir. Kapak kapatma için kullanılacak piston kapağı kapatabilecek nitelikte seçilmiştir.



-Havalı Vidalayıcılar: Modeli otomasyon şartlarında çalışabilecek standart çaplarda, vidanın kısa sürede açılabilmesini sağlarken vidanın ağızını bozmayacak optimum özelliklere sahip olarak seçilmiştir.

-Pnömatik Sistem Ünitesi: Şartlandırıcı kompresörün oluşturduğu basıncı pnömatik pistonlara ve havalı vidalayıcıların seviyesine düşürecek şekilde, pnömatik hortumlar da şartlandırıcının, pnömatik pistonların ve havalı vidalayıcıların tavsiye edilen çap değerlerine göre seçilmiştir.

-Kamera Kontrol Sistemi: Ürünün kalite kontrol kriterleri önceden sisteme tanımlanabilecek şekilde belirlenmiştir. Kameranın konumu ürünün tamamını görebilecek şekilde ayarlanmıştır.

-Çerçeve: Alüminyum profillerin yüksekliği makine içerisinde işlem yapmak gereğiğinde yapılabilmesi ve boyutlarının da fazla büyümeyeceği kadar, çerçeve içerisindeki pleksiglasslar da kameranın dış ortam ışığından etkilenmemesi için siyah renkte seçilmiştir.

-Çerçeve Sensörleri: Switch sensörler kapılar açılıp kapandığını algılayacak hassaslıkta ve bariyer sensörleri de çalışan operatörün sistemden uzaklaştığını algılayacak hassaslıkta seçilmiştir.

-Elektronik Kontrol Elemanları: Valfler sistem ile uyumlu olacak şekilde ve adette, valf adası valf adetlerini üzerinde taşıyacak büyüklükte, pnömatik piston sensörleri pistonun şekline ve piston içerisini algılayacak hassaslıkta, sensör bağlantı kabloları sensörleri pano ile iletişimini sağlayacak uzunlukta, kontrol panosu elektrik aksamı muhafaza edecek büyüklükte ve kontrol paneli de operatörün yaptığı işi görecektir, gerektiğinde müdahale edebilecek yükseklikte, okunabilirliği de rahat olacak kadar büyüklükte seçilmiştir.

Prototip Üretimi

Prototip sistem temel olarak; makine tablası, masa ayakları, döner tabla, ürün istasyonları, pnömatik pistonlar, havalı vidalayıcılar, pnömatik sistem ünitesi, kamera kontrol sistemi, çerçeve, çerçeve sensörleri ve elektronik kontrol elemanlarından oluşmaktadır. Sistemi oluşturan temel parçalar aşağıda yer alan tabloda listelenmiştir.


Tablo 1. Makine alt ünitelerinin özellikleri

Numara	Temel Parça İsmi	Özellik
1	Makine Tablası	20 mm kalınlığında 14720 cm ² CK 45 tabla
2	Masa Ayakları	76 cm yüksekliğinde toplamda 4756 cm 40x40 ve toplamda 338 cm 30x30 demir profil
3	Kamera Kontrol Sistemi	OMRON FH Kamera sistemi ve ekipmanları, 3 eksenli konum ayar tablası
4	Döner Tabla	Ø595mm Kestamit döner tabla, Ø525mm 7075 alüminyum tabla, 12 istasyonlu TC1206 tip Servo motor ve motor sabitleme için CK 45 destek parçaları
5	Ürün İstasyonları	8 mm kalınlığında 1.2842 malzeme çelik
7	Pnömatik Pistonlar	PMY Ø16'lık 2 Adet 25mm, 2 adet 40 mm, 2 adet 60 mm ve 2 adet 80 mm stroklu 105N güç üretebilen pistonlar, 1 adet 125 mm stroklu 1870N Güç üretebilen piston, DSR 16-180 P döner piston
8	Havalı Vidalayıcılar	1,5 Nmm torka sahip Ø30 ebatında APAC marka A15-C3250 Model havalı vidalayıcı
9	Pnömatik Sistem Ünitesi	10 bar basıncı 6 bar'a düşürecek PP2-G02G model şartlandırıcı, dağıtıcı ve pnömatik hortumlar
10	Çerçeve	70 cm yüksekliğinde toplamda 2718,8 cm boyunda 30x30 alüminyum profil, çerçevelerin içini dolduracak toplamda 20635,8 cm ² pleksiglasslar
11	Çerçeve Sensörleri	MDX-15100 Model 3 adet Switch sensör ve SRC ISCB-GB12 Model şerit güvenlik bariyer sensörleri
12	Elektronik Kontrol Elemanları	RDS 3130 valfler, 10'lu valf adası, pnömatik piston sensörleri, sensör bağlantı kabloları, kontrol panosu ve kontrol paneli

Tasarım Dokümanı doğrultusunda sistemin montajı gerçekleştirilmiştir.



Sistem Kontrol Testleri

Makine çalışma prensibi doğrultusunda çalıştırılarak 2000 adetlik ürün çevrimi tamamlanmış ve ilk ürün tahliyesi ile sisteme giren diğer ürünlerin tahliye süresi arasındaki süreler kaydedilmiştir. 2000 adetlik deneme partisinin içerisine 10 adet hatalı ürün eklenerek kamera kontrol sisteminin etkinliği test edilmiştir. Ayrıca makine aktif çalışır durumdayken çerçeve sensörlerinin ürün besleme esnasında operatör müdahalesine yönelik devreye girerek sistemi durdurma durumu kontrol edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

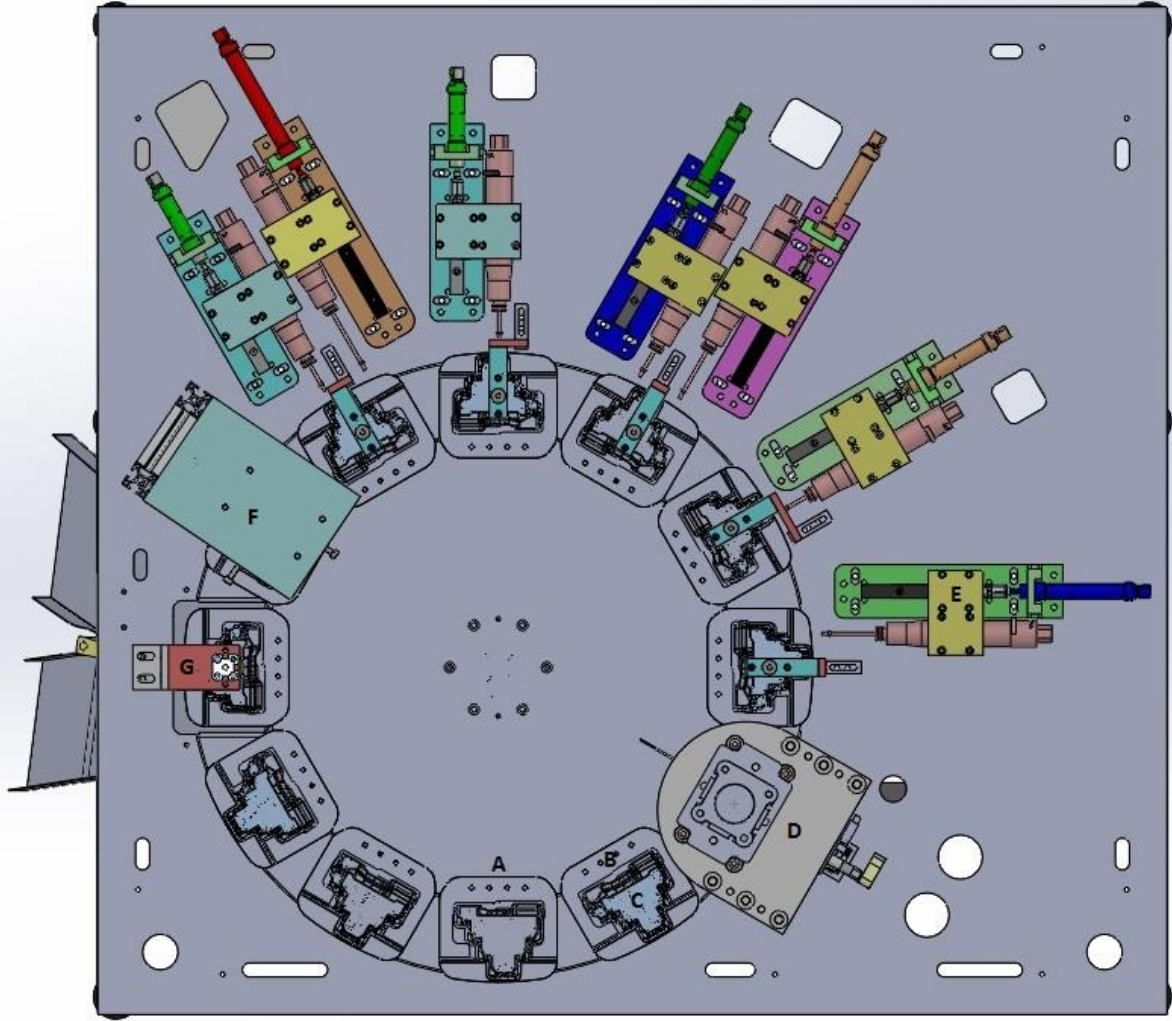
Çalışmamızda makinenin tasarlanan çalışma prensibine yönelik iki ve üç boyutlu görselleri SolidWorks (Profesyonel 2019 SP4.0) programı kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 1 ve Şekil 2). Makine alt ünitelerinin gereksinimleri doğrultusunda malzeme tedarigi sağlanarak oluşturulan tasarım doğrultusunda montaj işlemleri tamamlanarak prototip üretimi gerçekleştirilmiştir.

Ardından sistem süre kontrol testi kapsamında makine çalıştırılarak 2000 adetlik ürün çevrimi tamamlanmıştır. Bir ürünün operatör tarafından alınıp tüm istasyonlardaki işlemlerini tamamlayarak sistemden tahliye edilmesinin toplamda 10sn sürdüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte seri üretim sırasında makineden 2 sn’de bir ürün tahliyesinin gerçekleştiği belirlenmiştir Daha evvel 3 farklı operasyon ve 3 kişi ile 566 dk süren 2000 adetlik parti çevrimi, 1 operasyonda 1 kişi ile 66 dk’da yapılabilir hale gelmiştir.

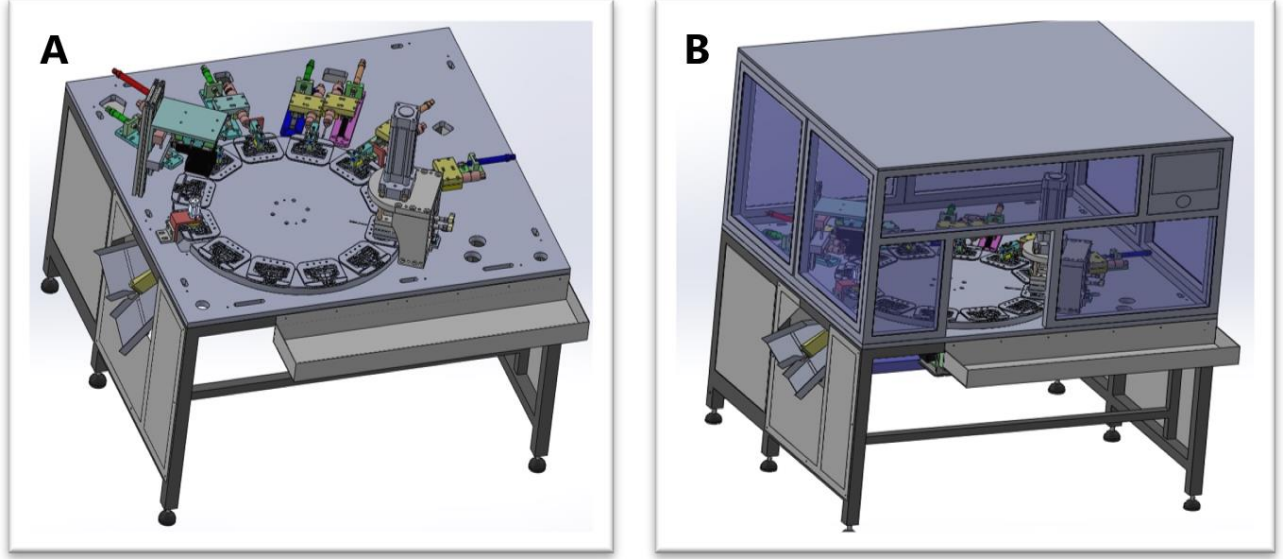
Kamera kontrol sisteminin etkinliğini görmek amacı ile belirli ürün hataları sisteme tanımlanmıştır. 2000 adetlik deneme partisinin içerisine 10 adet hatalı ürün eklenmiştir. Gerçekleştirilen deneme çevrimi sonrası partiye eklenen 10 adet tuzak parça %100 oranında ayrılmıştır.

Deneme çevrimi sırasında sensörlerin beklendiği gibi çalıştığı, operatörün tablaya ürün yüklemesi esnasında sistemin kesinlikle çalışmadığı, ürün yükleme işleminin tamamlanması ve operatörün elini çekmesi ile sistemin harekete geçtiği görülmüştür.

Çalışma esnasında pnömomatik pistonlar gözlenmiş, kapaklar sıkı ve düzgün şekilde kapatılabilmiş ve havalı tornavida çap/ksen ölçülerinde bir hata tespit edilememiştir.



Şekil.1 Makine İstasyonları ve Yerleşimleri; yükleme istasyonu (A), ürün istasyonu (B), ürün (C), kapak kapatma istasyonu (D), vidalama istasyonu (E), kamera kontrol istasyonu (F), tahliye istasyonu (G).



Şekil.2 Makinenin Genel Görünümü; iç (A) ve dış (B).

SONUÇLAR

Çalışmamız kapsamında geliştirilen prototip makine sayesinde vida bağlantılı ray klemens ürünlerimizin ürüne zarar vermeden vida açma-kapama kontrolü sağlanabilmekte; makine üzerindeki kamera sistemi yardımıyla ürünlerin sağlamlık kontrolü gerçekleştirilerek hatalı ürünler ayrıştırılabilmektedir. Bu sayede bir ürünün montaj işlemi ardından kutulamaya hazırlık aşamasından da birim zamanda %87,5 oranında zamandan tasarruf sağlanmıştır. Prototip makinenin üretim sürecine dahil edilmesiyle müşteri ihtiyaçlarına çok daha kısa sürede cevap verilebilmesi sayesinde sipariş döngüsünün daha hızlı tamamlanması sağlanabilecektir. Böylelikle müşteri memnuniyeti artırılabilecektir. Tasarlanan makine ile yılda yaklaşık 17 milyon adet vidalı klemens üreten firmamızda ortalama %0,53 oranındaki operatör kaynaklı hata payına bağlı yıllık yaklaşık 90.100 ürünün hurdaya ayrılmasının önüne geçilebilecektir. Sistem sayesinde Ürün hazırlık aşamasındaki hataları gidermenin yanında, süreçler otomatize edilebilecektir. Bu çalışmamız sayesinde söz konusu kalite kontrol sürecini iyileştirilmesinin yanı sıra firmamızda “know-how” kazanımı sağlanmıştır. Ek olarak, ilerleyen dönemde makine çıkışına otomatik paketleme sistemi dahil edilerek sistemde kontrol işlemleri tamamlanan ürünlerin paketlenmiş olarak hattan alınmasının sağlanması planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Ray Klemens Nedir ve Ne İşe Yarar? - TekFaz. [cited 13 October 2023]. Available from <https://tekfaz.com/ray-klemens-nedir-ve-ne-ise-yarar.html>.



İçindekiler

AR-GE & İNOVASYON ZİRVESİ	2
Onursal Başkan	3
Düzenleme Kurulu	3
Bilim Kurulu	3
Zirve Sponsorları	4
Zirve Programı.....	5
KIRLANGIÇ ANAHTARI VASITASIYLA BİRLEŞTİRİLMİŞ MOBİLYA KÖŞE NOKTASININ BASMA VE ÇEKME DAYANIMININ BELİRLENMESİ	7
YENİ BİR FORMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ ARACILIĞI İLE YANGINA DAYANIMLI KABLOLARDA İŞLEVSEL ÖZELLİKLERİN ARTIRILMASI	17
MOBİL CÜZDANLARIN HEDEF KİTLESİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	24
POMZA AGREGALI VE TASARLANMIŞ BOŞLUKLU HAFİF DUVAR PANELİNİN MEKANİK VE ISIL YALITIM ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI	35
DURUSİL: KENDİ KENDİNE YAPIŞAN YERLİ ÜRETİM SİLİKON BANT	49
E-SPORCULARA YÖNELİK TAKVİYE EDİCİ GIDA OLAN VONKA E-PWR FORMÜLASYONUNUN BİLİŞSEL FONKSİYONLARI DESTEKLEMELER AMACIYLA İPEK FİBROİNİ İLE GELİŞTİRİLMESİ	59
GÖRÜNTÜ İŞLEME İLE ROBOTİK MALZEME İSTİFLEME SİSTEMİ.....	72
SERİ VEYA SERİ OLMAYAN SÜREKLİ BESLEME FONKSİYONU İLE FARKLI EBATLARDAKİ YARI MAMULÜN ÇİFT TARAFLI KENAR BANTLAMA OTOMASYON HATTI GELİŞTİRİLMESİ	80
KATLANABİLİR MEKANİZMASI İLE YEMEK MASASINDAN ORTA SEHPAYA DÖNÜŞEBİLEN FONKSİYONEL MOBİLYA TASARIMI	85
ÇELİK YAPILARDA MALİYET AZALTILMASI İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM; TOPOLOJİK OPTİMİZASYON	90
RAY KLEMENSLER İÇİN KAMERA KONTROL FONKSİYONLU VİDA AÇMA, KAPAK PRESLEME VE MONTAJ MAKİNESİ PROTOTİP ÜRETİMİ	115