SETSCI Conference Indexing System,
Volume 2 (2018), 485-490

ISAS 2018
I[st] International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies
April 11-13, 2018, Kemer-Antalya, Turkey

Mobil Vinç Bomlarındaki Sehim Kontrolünün ANSYS ve Alternatif Metotlarla Karşılaştırılması

Emrah Sert[1], Mehmet Bağcı[2]

[1,2]*Makine Mühendisliği/Mühendisliği Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Türkiye*
[*]*Corresponding author:* emrahsertlt@gmail.com
[+]*Speaker:* emrahsertlt@gmail.com
Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet– Günümüzde, endüstri ve ticaret alanında, ağır yüklerin çeşitli yöntemlerle kaldırılıp bir yerden başka bir yere taşınması gerekir. Bu işlerin üstesinden gelme amacıyla mobil vinçler yaygın kullanıma sahiptir. Mobil vinçlerin güvenli ve uzun ömürlü çalışmasını engelleyen ve zamanla diğer sorunları tetikleyen problemlerin başında mobil vinç bomlarında oluşan sehim gelmektedir. Mobil vinçlerin güvenli çalışmasının sağlanması, sürekli arıza problemlerinden kaynaklanan zaman kayıpları minimuma indirilmesi ve mobil vinçlerin kullanım ömürlerinin artırılması içi sürekli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan litaratür çalışmaları ve araştırmalar neticesinde vinç operatörünün ya da vinç üreticilerinin bomlarda oluşan sehimi göz önüne almadan sadece yük diyagramını kullanması sonucu vinçte oluşan momentin yaklaşık %15 artışının göz ardı edildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada mobil vinç bomlarında meydana gelen sehim ANSYS programında Sonlu Elemanlar Analizi (SEA) yapılarak hesaplanmıştır. Mobil vinç bomların statik analizi bomların farklı açılarda ve farklı yük koşullarında çözümlenmiştir. Genel olarak imalat toleransları (bomlarda kullanılan sac levhanın kalınlığı, bomların imalat toleransları vs.) ve çevresel faktörler (rüzgâr hızı, sıcaklık vs.) ihmal edilmiştir. Tersine mühendisliğin hızla geliştiği düşünüldüğünde, fotogrametrik teknikler kullanarak mobil vinç bomlarında sehimin ölçümü yapılarak mobil vincin yük kaldırma diyagramı daha emniyetli bir şekilde vinç operatörüne sunulmuştur. Bu çalışmada; mobil vinç bomlarında meydana gelen sehimin, tersine mühendislik yöntemi olan fotogrametrik teknikler kullanılarak ölçümü yapılarak kısa zamanda yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilmesi sağlanmıştır. Mobil vinç bomlarında meydana gelen sehim teorik olarak ANSYS programında Sonlu Elemanlar Analizi (SEA) yapılarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mobil vinç bomları, sehim, SEA, ANSYS, fotogrametri

I. GİRİŞ

Bu çalışmada mobil vinç bomlarında meydana gelen sehim Ansys programında Sonlu Elemanlar Analizi (SEA) yapılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar alternatif ile karşılaştırılmıştır. Günümüzde, endüstri ve ticaret alanında, ağır yüklerin çeşitli yöntemlerle kaldırılıp bir yerden başka bir yere taşınması gerekir. Bu işlerin üstesinden gelme amacıyla mobil vinçler çok yaygın olarak tercih edilmektedir. Mobil vinç bomlarında meydana gelen sehimden kaynaklı sorunlar nedeniyle vinçlerin güvenli ve uzun ömürlü çalışmasını engelleyen ve zamanla diğer sorunları tetikleyen problemlerin başında sehim gelmektedir. Basit bir eğilme altında bir yapı elemanının eğilme göstermeden önceki çubuk ekseni ile elastik ekseni arasındaki deformasyon mesafesi sehim olarak adlandırılır. Bomların düşeyde yukarı doğru kaldırılmaya çalışıldığı durumlarda bu işlem esnasında hiçbir faktör göz önünde bulundurmasa bile bomların boşluklardan dolayı ve kendi ağırlığı ile birlikte düşeyde sehim yapmaya başlayacaktır. Bomların yük kaldırmaya çalışması, iç içe geçmiş bom sayısının daha fazla olması, bomların ağırlığı, bomların uzatılma mesafesiyle doğru orantılı olarak sehim miktarı doğal olarak artacaktır.

II. METERYAL VE YÖNTEM

Bomların yük kaldırmaya çalışması, iç içe geçmiş bom sayısının daha fazla olması, bomların ağırlığı, bomların uzatılma mesafesiyle doğru orantılı olarak sehim miktarı doğal olarak artacaktır.

Güder ve Ersoyoğlu çalışmalarında; 100 ton kapasiteli 8x8 bir mobil vincin üst yapısının tasarımını yapmışlarıdır. Tasarlamış oldukları bu üst yapıyı matematiksel hesaplamalar ve sonlu elemanlar yöntemi ile statik ve dinamik analizleri yapmışlardır. Statik analizler için Ansys programını tercih etmişlerdir. Teleskobik bomlar 45°,60° ve 75° konumunda ve farklı tonajlarda yük asılı iken statik analiz yapmışlardır. Analizleri bom saclarının kalınlık parametreleri oluşturarak statik ve dinamik analizleri tekrarlamışlardır. Elde ettikleri analizi sonuçlarını matematiksel hesaplamalar ile karşılaştırmışlardır [4].

Bakr Noori Khudhur çalışmasında statik olarak yük almış teleskobik vinç bomlarının sonlu elemanlar analizi ile mukavemet hesaplarını bularak karşılaştırma yapmıştır.

Bu vinç dört adet boma sahip toplamda 30 metre uzanabilmektedir. Bom ağırlıkları yaklaşık aynı olduğundan dolayı göz ardı edilmiştir. Farklı özelliğe sahip bom parametreleri üzerinde çalışma yapılmıştır.

Maksimum sehim, bomun yük kaldırma tarafındaki uç kısmında meydana geldiği ve yükün kaldırıldığı düşey doğrultuda bomun maksimum sehim değerine ulaştığını gözlemlemişlerdir.

Maksimum yük taşıma kapasitelerine göre gerilmeler hesaplanmış böylelikle bomların uç kısımlarında sehimin maksimum değerine ulaştığı belirlenmiştir. Maksimum

gerilmenin ise bom uzatma silindirinin rot tarafında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaların doğruluğunu incelemek için matematiksel hesaplamanın yanı sıra ANSYS analiz programı da tercih edilmiştir [3].

Ashis Kumar Samal ve T. Eswara Rao çalışmalarında homojen ve izotropik doğrusal elastik malzemeden yapılmış düzgün dikdörtgen kesitli kiriş demetindeki sehim ve gerilme dağılımını incelemişlerdir. Kirişin ağırlığı ihmal edilerek, üç farklı yük koşulunun etkisi altında modellenmiş olup serbest uçta uygulanan dikey yoğunlaştırılmış yük, düzgün dağılmış yük ve tüm yay boyunca uzanan düzgün değişen yükün irişin sonlu elemanlar analizi ANSYS 14.5'te farklı yük koşulları altında çeşitli elemanlar dikkate alarak yapılmıştır.

Bernoulli-Euler'in eğilme moment eğrisi ilişkisini kullanarak analitik çözümleme yapmışlardır.

Hesaplama ve analitik çözümlerin karşılaştırılmasında, gerilme hesabı için 8 düğümlü brick yapısı ve sehim hesabı için 10 düğümlü brick yapısının en tutarlı sonuç verdiğini ve analitik sonuçlarla değişkenliğinin minimum olduğunu bulmuşlardır [8].

Alaattin Aktaş ve Cemil Tanık, çalışmalarında T300/976 Grafit-Epoksi ve Karbon-Epoksi malzemeden yapılan, yayılı yüke maruz bir ortotropik kompozit ankastre kiriş göz önüne alarak bu kirişin sehiminin analitik ve sonlu elemanlar yöntemiyle çözümünü yapmış olup bu çözümleri karşılaştırmışlardır. Sonlu elemanlar yönteminin uygulanmasında ANSYS 5.0 programını kullanmışlardır.

Genellikle kirişlerin kullanıldığı tüm yapılarda kirişlerin çökmesi istenmeyen bir durumdur. Çökmenin önlenmesi için onun sehim değerinin bilinmesi gerekir. Bu durumun öneminden dolayı, çalışmada bir ankastre kompozit kirişin sehim denkleminin anizotropik elastisite çözümü yapılıp, kirişin maksimum sehimi farklı iki kompozit malzeme kullanılarak bulunmuştur. Elde edilen çözümü aynı malzemeler kullanılarak sonlu elmanlar metoduyla da hesaplayıp bulunan bu iki çözümü karşılaştırmışlardır. Maksimum sehimin gerçekleşebileceği fiber doğrultuları 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° için hesaplamalar genişletilmiştir.

Sonuç olarak; kirişin ucundaki sehim fiber açısına bağlı olarak hesaplanmış ve her iki durumda sonlu elemanlar ve anizotropik elastisite çözümünün birbirine yakın sonuçlar verdiğini bulmuşlardır [1].

Bin Li ve arkadaşları, çalışmalarında ST80238 adında bir gemi kargo vinci üzerinde belli bir kiriş bölgesinin analizini yapmışlardır. Bu vince ANSYS programında yüke maruz bırakarak gerilme ve sehim analizlerini hesaplamışlardır.2000ton/mil kaldırma kapasitesine sahip 80 metre bom uzunluğundaki kargo vinç bomu 10 metre uzunluğunda 8 eş parçaya bölmüşlerdir. Her bölme için ANSYS'de gerilme ve sehim analizlerini yapmışlardır. Kiriş merkezinde bulunan sacın kalınlığını 18mm,20mm,22mm ve 24 mm için analizler yapmışlar ve sac kalınlığını etkisini yorumlamışlardır. Sonuç olarak yükün asılı olduğu bölgede gerilmenin maksimum olduğunu hesaplamışlardır. Sac kalınlığı arttıkça gerilme ve sehimin azaldığını hesaplamışlardır. Ayrıca kiriş sisteminde bulunan profil gövdesinin kalınlığı arttıkça gerilme ve sehimin azaldığını hesaplamışlardır [1].

Koçer H. ve arkadaşları; çalışmalarında 30 ton metre kapasitesine sahip bir mobil vincin aşırı yüke maruz kalan anabom çelik yapısının 3D modellemesini yaparak statik analizini yapmışlardır. Prototip üretimi yapılan anabom çelik yapısının Proengineer CAD modülü kullanılarak 3D modeli oluşturmuşlardır. Bu modeli Nastran ve Promechanica yazılımları kullanılarak statik analizini yapmışlardır.

Klasik mukavemet hesaplarıyla malzeme kalınlıkları homojen olmayan vinç elemanlarının yapımında sonlu elemanlar analizi kullanılarak gereksiz yere fazla malzeme kullanıldığı tespit etmişlerdir. Anabom ağırlığı düşürülerek vincin daha uzun mesafelere uzamasını sağlamışlardır [5].

An ve arkadaşları; çalışmalarında bir mobil vincin bom yapısının sehim hesabını matematiksel modelleme ile yapmışlardır. Sehim hesaplamasını yaparken bom boşluklarını da hesaba katmışlardır. Visual C++6.0. programı kullanarak farklı açılardaki ve farklı yüklerdeki parametreleri girmişlerdir. Sonuç olarak matematiksel hesaplamaları simülasyon programı da kullanarak desteklemişlerdir. Bom yapısında oluşan bölgesel gerilmelerin sehime etkisini ihmal etmişlerdir [2].

Prof. Dr. Jozef Predan yaptığı çalışmada üniversite-sanayi iş birliği ile ortaklaşa çalışma yürütülerek deneysel ölçümleri özel konum ölçer cihaz kullanmış ve sehim miktarı ölçme çalışması yapmıştır.

Hidrolik sistem kontrolü çok iyi yapılmış deforme olmadan sürekli şekilde yük alabilen vinç tercih edilmiştir. Diğer önemli durum ise vincin statik ve dinamik tepkilerine karşın yük diyagramına göre yükü sorunsuz kaldırabiliyor olması önem arz etmektedir. Modern vinçler yüksek mukavemetli çelikten yapılan ince yapıya sahip olduğundan büyük sehim (large deflection) yapmasına müsaade edebildiğini tespit etmişlerdir.

Ölçümler için Leica TS30 Total Station ölçüm cihazının tercih edilmesinin iki önemi nedeni var;

Ölçüm alınacak birçok noktayı kısa bir sürede yüksek doğrulukta ölçebiliyor olması.

Dinamik ölçüm yapabilmek için hareketli noktaların ölçümünü yapabiliyor olmasıdır (saniyede 10 ölçüm).

Dinamik ölçüm yapabilmek için ikinci metodu tercih etmişlerdir. Total station ölçüm cihazı ayakları üzerine sabitlemişler ve vincin dinamik hareketi üzerinden ölçümleri yapmışlarıdır. Ölçülen verilerden hız ve ivmelenme vektörünün de hesaplanabileceğini tespit etmişlerdir. Vinç ucunda yük yok iken ve 2000 kg yük var iken ölçüm yapmışlardır. Yapılan bu ölçümler sayesinde sehim ölçümünün bu yöntemle yapılabileceğinin yanı sıra Leica TS30 Total Station ölçüm cihazı sayesinde kısa zamanda yüksek doğrulukta ölçüm alınabildiği sonucuna varılmıştır [7].

S. Yoneyama ve arkadaşları dijital görüntüleme teknolojisini kullanarak köprülerde sehim ölçüm çalışması yapmışlardır. Farklı yük testleri altında köprülerin düşey sehim hesabını hem dijital görüntü ile hem de fiber optik sensör (serbest mesafe ölçer) ile ölçmüşlerdir. Köprü kiriş yüzeyi, deformasyondan önce ve sonra dijital kamera ile kayıt altına alınmıştır. Böylelikle sehim dağılımını dijital kamera doğrulama tekniği ile değerlendirmişlerdir. Fiber optik sensörlerin ölçüm yapılacak düzeneğin üzerine konumlanması oldukça zaman alır. Ayrıca fiber optik sensörler pahalıdır. Bu yüzden yeni bir yöntem üzerinde çalışma yapmaya karar vermişlerdir.

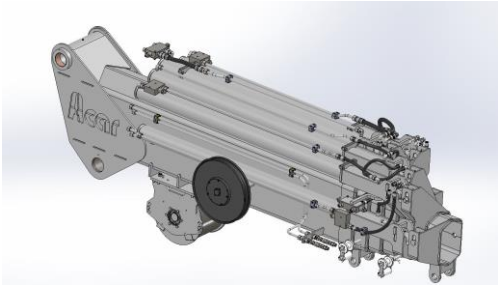
Deforme olmuş haldeyken alınan görüntü ile deforme olmadan önce alınan görüntü 20x20 piksel ya da 40x40 piksel olarak kaydedilmiştir. Newton- Raphson metodu kullanılarak hesaplama yapmışlardır.

Yapılan bu çalışma sonucunda; deformasyondan önce ve deformasyondan sonra elde edilen görüntülerin çakıştırılması

ile köprünün orta bölgesinde dijital doğrulama yöntemiyle sehim yaklaşık olarak 3.5 mm (0.7 piksel) olarak ölçülmüş olup köprünün orta bölgesinde sensörden alınan değer ise yaklaşık 3 mm olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; mesafe ölçer sensörler ile elde ettikleri değerleri ve dijital görüntü doğrulama ile elde ettikleri değerleri kıyaslamışlardır. Dijital görüntü doğrulama tekniği ile elde edilen sonuçların mesafe ölçer sensörler ile elde edilen sonuçlar kadar iyi olduğu gözlemlenmiştir [9].

AC 130 TM KC 7 mobil vinç modeli 3D modelleme programı olan Solidworks ortamında modellenmiştir. (Şekil 1)



Şekil 1. AC 130 TM KÇ 7 Kırma bom grubunun SolidWorks 3D modeli.

Bom yapısının toplam kütlesi 3590 kg, halat tamburu 270 kg ve hortum tamburu 30 kg olarak tespit edilmiştir. Bütün bomlar maksimum uzatılmış ve yapısal analize dahil edilmeyecek olan parçalar silinmiştir (Şekil 4)

Solidworks programında sac levha olan parçalar sac levha komutu ile diğer parçalar ise parça çizimi komutu ile çizildiğinden emin olunmalı bom ve diğer parçaların montajının doğruluğu kontrol edilmelidir. Montajda parçaların bazı bölgelerinin ya da tamamının diğer parça ile çakışması; çakışmaları algıla (interference check) ile kontrol edilmiş ve düzeltilmiştir. Parçaların montajda birbiri içerisine geçmesi statik analiz yüksek doğrulukta çözümlememizi engeller.

Solidworks programında tasarlanan 3D katı model montaj modelinin parasolid uzantılı olarak kaydedilmiştir. Çünkü parasolid formatı yüzeyleri bölmeden orijinal olarak almaktadır.

Solidworks ortamında statik analize uygun şekilde hazırlanan bu model ANSYS programının bir modülü olan Space Claim ara yüzüne aktarılmıştır.

Kırma bom ve 7 uzatma bom ayrı gruplandırılmıştır. Modelde parçalar bulundukları bölgelere göre ve işlevlerine göre sınıflandırılmıştır. Bahsedilen sınıflandırma Kırma Bomu, 1. Uzatma Bomu, 2. Uzatma Bomu, 3. Uzatma Bomu, 4. Uzatma Bomu, 5. Uzatma Bomu, 6. Uzatma Bomu ve 7. Uzatma Bomu şeklindedir.

Her grup sac, katı, rot ve silindir olarak gruplara ayrılmıştır.

Midsurface komutu ile sacların orta düzleminden olacak şekilde yeni yüzeyler (shell-kabuk) atanmıştır.

Analiz çalışmalarının yüzeyler ile yapılması node sayısı azaltılarak mesh kalitesinin artması sağlanmıştır.

Model, kabuk parça (shell body) ve katı parça (solid body) olarak modellenmekle birlikte ayrıca kalınlık bilgileri her bir kabuk parça için tanımlanmıştır.



Şekil 2. *Ansys SpaceClaim'de hazırlanmış bütün bomları uzatılmış 130 TM KÇ7 katı ve sac modeli*

Ansys Engineering data bölümüne de gerekli malzeme verileri tanımlanmıştır.

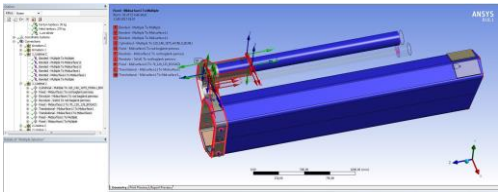
Bom yapısındaki bütün sac parçalar için Optim 700 MC çelik malzeme; pernolar için 4140 çelik malzeme ve bom yatakları için kestamid malzeme tanımlaması Tablo 1. 'de mevcuttur.

Tablo 1. Bom grubunda kullanılan yarı mamul malzemelerin mekanik özellikleri.

Malzeme	Yoğunluk [kg/m^3]	Elastisite Modülü [GPa]	Poisson Oranı	Akma Dayanımı [MPa]	Kopma Dayanımı [MPa]	Yorulma Mukavemeti [MPa]
Optim 700MC	7850	200	0.30	700	750-950	312
4140	7850	200	0.30	650	900	315
Kestamid	1150	4	0.37	78	88	44

Sacların birbirilerine olan bağlantıları (contact) kaynaklı imalatta olduğu gibi bağlanmıştır. Kaynatılmayan yani bağlanan parçalar ise bağlantıları (joint) tanımlanmıştır.

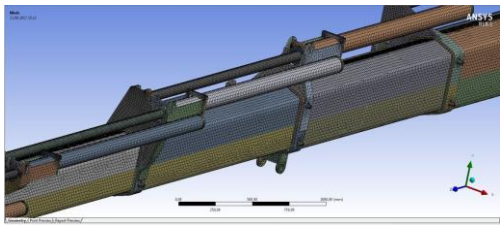
Ansys'te bu modelin kendi içindeki bağlantılarını tanımlamak için 64 Contact Region, 79 Joint, 12 Force, 39 Fixed Support ve 3 Point Mass kullanılmıştır.



Şekil 3. *Ansys contact ve joint genel görünümü*

Yeni mesh yapısında 942794 Node, 362491 Element elde edilmiş olup element kalitesi yaklaşık %79,89'dır. Standart Sapma 0.1496'dir.

Şekil 4'de mesh görünümleri gösterilmiştir mesh ataması yapılırken mesh bağlantılarının kaliteli olması için parçalarının geometrik yapısı göz önünde bulundurularak tanımlanmıştır. Mesh geometrisinin düzgün olmadığı bölgelere bölgesel mesh (local mesh) tanımlaması yapılmıştır.



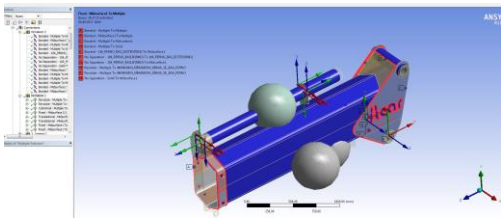
Şekil 4. *Mesh görünümü*

AC 130 TM KÇ 7 model vinci maksimum 18525 mm mesafede maksimum 4100 kg yük kaldırma kapasitesine sahiptir.

Bütün hesaplamalar Tablo 1'de gösterildiği gibi 12 farklı ölçüm parametresi kapsamaktadır.

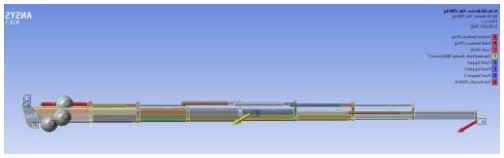
Tablo 2. *Mobil vincin yük ve bom açı çizelgesi*

	BOM AÇI 1	**BOM AÇI 2**	**BOM AÇI 3**	**BOM AÇI 4**
	0 DERECE	30 DERECE	60 DERECE	82 DERECE
0 kg	ÖLÇÜM 1	ÖLÇÜM 2	ÖLÇÜM 3	ÖLÇÜM 4
2500 kg	ÖLÇÜM 5	ÖLÇÜM 6	ÖLÇÜM 7	ÖLÇÜM 8
4100 kg	ÖLÇÜM 9	ÖLÇÜM 10	ÖLÇÜM 11	ÖLÇÜM 12



Şekil 5. *Bom analiz bağlantı gösterim*

Sınır şartları Şekil 5'de görüldüğü gibi E, F ve G yüzeylerinden bom grubu sabitlenmiştir. (fixed support). H yüzeyine ise yük kuvveti eklenmiştir. A, B ve C noktalarına noktasal yük (mass point) eklenmiştir. D noktası ise yer çekim ivmesinin yönünü göstermekte olup; bom açılarını değiştirmek yerine yer çekim ivmesi yönü değiştirilmiştir.



Şekil 6. *Sınır şartları ölçüm 7 (60 derece 2500 kg yüklü)*

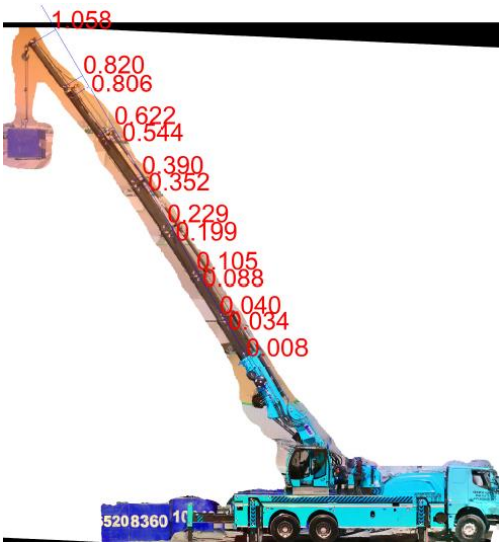


Şekil 7. Mobil vinç ve Multikopter cihazı

Tersine mühendislik yöntemi olan fotogrametrik ölçüm yöntemi mobil vinç bomlarında sehim ölçümü için tercih edilmiştir.

Multikopter cihazı sayesinde vincin yaklaşık 10 metre çevresinden ve farklı konumlarından fotoğraflar çekilerek kaydedildi. (Şekil 1.6) her test için yaklaşık 20 adet fotoğraf çekildi. Fotoğraf sayısının fazla olması daha hassas sonuçlar almamızı sağlar.

Elde edilen fotoğraflar Agisoft Scan programına yüklendi. Bu fotoğraflarda aynı marker olanlar eşleştirildi. Test esnasında kayıt ettiğimiz hedef noktaları arası mesafeleri programda girildi. Bu sayede ölçekleme yaparak fotoğraflar üzerindeki ölçülerin tespit edilmesi sağlandı.



Şekil 8. *Bom ucundaki kancada 4100 kg yük varken 60 derece konumunda sehim miktarları*

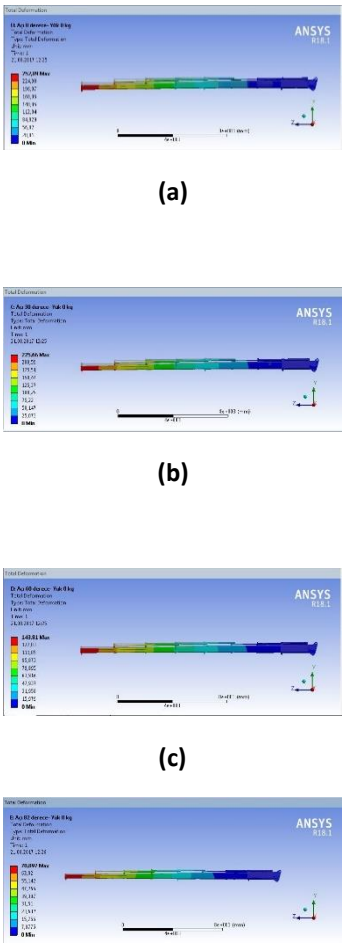
III. BULGULAR

Solidworks programında üç boyutlu tasarım tamamlanmıştır. Ansys space claim modülünde ise üç boyutlu model statik analize uygun hale getirilmiştir. Gerekli malzeme parametreleri tanımlanmıştır. Sacların birbirilerine olan bağlantıları (contact) kaynaklı imalatta olduğu gibi bağlanmıştır. Kaynatılmayan bağlanan parçalar ise bağlantıları (joint) tanımlanmıştır. Halat tamburu ve hortum tamburu gibi sabit ağırlıktaki parçalar yük olarak modele eklenmiştir.

Analiz sonuçlarının gerçeğe yakın sonuçlar verebilmesi için mesh kalitesinin artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu yüzden analiz için tercih edilen 3d modelin sac levha değil kabul model olması gerektiği belirlenmiştir.

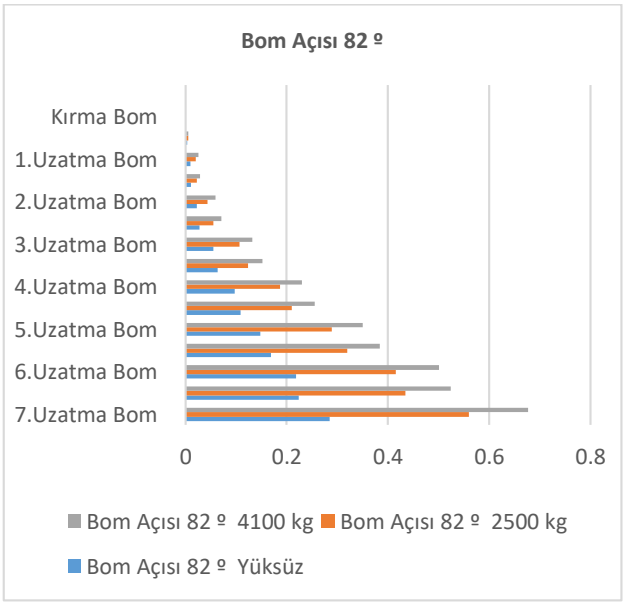
Yukarıda belirtilen genel tanımlamalar yapıldıktan sonra toplamda 12 farklı statik analiz yapılmıştır. Sonuçları aşağıdadır;

- Bom ucunda bulunan kancada herhangi bir yük asılı değilken (yüksüzken) ve bom açısı zeminle 0 derece iken maksimum sehim miktarı 252.09 mm olarak tespit edilmiştir.
- Bom ucunda bulunan kancada herhangi bir yük asılı değilken (yüksüzken) ve bom açısı zeminle 30 derece iken maksimum sehim miktarı 225.66 mm olarak tespit edilmiştir.
- Bom ucunda bulunan kancada herhangi bir yük asılı değilken (yüksüzken) ve bom açısı zeminle 60 derece iken maksimum sehim miktarı 143.81 mm olarak tespit edilmiştir.
- Bom ucunda bulunan kancada herhangi bir yük asılı değilken (yüksüzken) ve bom açısı zeminle 82 derece iken maksimum sehim miktarı 70.897 mm olarak tespit edilmiştir.



Şekil 9. *Bom ucundaki kancada yük yokken a) 0° b) 30°, c) 60°, d) 82° konumlarında sehim miktarları (sehim miktarları milimetre cinsindendir)*

Grafik 1. *12 farklı sehim ölçüm parametresinin fotogrametrik ölçüm sonuçları.*



Bomlar yatayda tamamen uzatılmış ve fotogrametrik ölçüm ile hedef noktaları koordinatları tespit edilmiştir. Bu noktaların

kırma bom merkez tarafsız ekseninden çizilen tarafsız eksen çizgisi sehim sonrası düşey mesafe tespit edilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere kırma bom referans alındığında sehim miktarı sıfırdır. Bom sayısı arttıkça sehim miktarı hızla artmaktadır.

Tablo 3. *Ansys analiz sonuçları*

Ansys Analiz Sonuçları		Yük		
		0 kg	2500 kg	4100 kg
Açı	0 º	252,09	884,05	1288,6
	30 º	225,66	790,25	1152,2
	60 º	143,81	488,48	711,17
	82 º	71	190,14	270,98

Tablo 4. *Fotogrametrik ölçüm sonuçları*

Fotogrametrik Ölçüm Sonuçları		Yük		
		0 kg	2500 kg	4100 kg
Açı	0 º	649	1147	1458
	30 º	561	1088	1386
	60 º	476	867	1058
	82 º	285	560	677

Tablo 5. *Rijit bom boşluk mesafesi ile Ansys analiz sonuç toplamında oluşan sehim miktarı.*

Rijit Bom Boşluk + Ansys Analiz Sonuçları		Bom Boşluk (mm)		245
		Yük		
		0 kg	2500 kg	4100 kg
Açı	0 º	497,09	1129,05	1533,6
	30 º	470,66	1035,25	1397,2
	60 º	388,81	733,48	956,17
	82 º	316	435,14	515,98

Tablo 6. *Bom boşluklu analizden elde edilen sehim mesafesi ile fotogrametrik sehim mesafelerinin karşılaştırılması*

Karşılaştırma		Yük		
		0 kg	2500 kg	4100 kg
Açı	0 º	151,91	17,95	-75,6
	30 º	90,34	52,75	-11,2
	60 º	87,19	133,52	101,83
	82 º	-31	124,86	161,02

IV. SONUÇ

Yapılan bu çalışma neticesinde mobil vinç bomlarında meydana gelen sehimin Sonlu Elemanlar Analizi (SAE) yöntemi ile hesaplanarak elde edilen sonuçlar tersine mühendislik yöntemi fotogrametrik ölçüm ile desteklenerek yüksek doğrulukta sonuç elde edilmesi sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Yapılan çalışmaların uygulanması fırsatını veren MPG Makina Prodüksiyon Grubu Makine İmalat San. ve Tic. A.Ş. Genel Müdürü Sayın Veysel ALVER ’e ve şirket çalışanlarına, teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

KAYNAKLAR

[1] Aktaş, A. ve Tanık, C., 1999, Düzgün Yayılı Yüke Maruz Ortottropik Kompozit Ankestre Kirişte Sehim Hesabı, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5 (1).

[2] An, J. Q., Qi, H., Liu, W. R. ve Wu, M., 2015, A calculation method of crane deflection considering the boom gap, 2015 10th Asian Control Conference (Ascc), 1-5.

[3] Bakr Noori, K., 2013, Finite Element Analysis of the Boom of Crane Loaded Statically Engineering & amp; Technology Journal, 31 (9 Part (A) Engineering), 1626-1639.

[4] Güder, E., 2015, Mobil Vinçlerde Teleskobik Bomlarin Optimizasyonu, Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology, 1 (3), 22-22.

[5] Koçer, H., Ünüvar, A. ve Ersoyoğlu, A. S., 2010, Bilgisayar Destekli Hidrolik Mobil Vinç Tasarım, Analiz Ve Optimzasyonu.

[6] Li, B., Song, Z. L., Ke, Y. X. ve Liu, H. D., 2013, Analysis of Local Stress and Vertical Deflection of Down Chord of Inverted Triangle Cargo Boom of Tower Crane, Advanced Designs and Researches for Manufacturing, Pts 1-3, 605-607, 1212-1216.

[7] Predan, P. J., 2011, Leica TS30 Measures Lifting Cranes, 16-17.

[8] Samal, A. K., 2016, Analysis of Stress and Deflection of Cantilever Beam and its Validation Using ANSYS, International Journal of engineering Research and Applications, 1 (6), 119-126.

[9] Yoneyama, S., Kitagawa, A., Iwata, S., Tani, K. ve Kikuta, H., 2007, Bridge deflection measurement using digital image correlation, Experimental Techniques, 31 (1), 34-40.