

Plastik Zincirli İleticiler, Tasarımları ve Plastik Zincir Baklasının Analizi

Muharrem E. BOĞOÇLU, C. Oktay AZELOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi

ÖZET

Günümüzün modern endüstri tesislerinde yer alan en önemli öğelerden biri ileticilerdir. Endüstride kullanılmakta olan ileticiler çok çeşitli tiplerde olup bir proseste ne tür bir iletim sisteminin kullanılacağı taşınacak malzemeye ve işletme koşullarına göre değişim gösterir. Giderek yaygınlaşan iletici tiplerinden biri de plastik zincirli ileticilerdir. Bu çalışmayla plastik zincirli ileticiler ve elemanları tanıtılmakta, bu tür bir ileticinin tasarımında izlenecek hesaplama yöntemi verilmekte ve yük altındaki plastik zincir baklasının mekanik davranışı sonlu elemanlar yöntemiyle [Abaqus programı kullanılarak] ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Plastik zincir, iletici, konveyör, tasarım, sonlu elemanlar metodu, gerilme analizi

GİRİŞ

Modern endüstri tesislerinde yer alan en önemli öğelerden biri ileticilerdir. Endüstride kullanılmakta olan ileticiler çok çeşitli tiplerde olup bir proseste ne tür bir iletim sisteminin kullanılacağı taşınacak malzemeye ve işletme koşullarına göre değişim gösterir. İleticiler genellikle çekme elemanına göre isimlendirilirler. Bunlardan zincirli ileticiler, özellikle parça malların iletiminde kullanılırlar ve taşınacak malzemeye bağlı olarak çok çeşitli konstrüksiyonlara sahiptirler. Bu tür ileticilerin çekme elemanı bir sonsuz zincir mekanizmasıdır.

ABSTRACT

Today, one of the most important items in industrial facilities is conveyor. In industrial life there are many types of conveyors are used and these conveyors are selected according to material handling and facilities other technical issues. Nowadays, plastic chained conveyors usage is increasing. In this study, plastic chain conveyors and some features of conveyors are introduced and calculation method is given to be used in the design of plastic chain conveyor and finally-mechanical behaviour of conveyor feature under loaded conditions is explained by finite element methods. [Abaqus™ is used for FEM]

Keywords: Plastic chain, conveyor, design, finite element method, FEM, stress analysis.

Özellikle son 20 yıldır endüstride plastik zincirli ileticiler de yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Plastik zincirli ileticiler çelik zincirli ileticilere göre daha gürültüsüz çalışma, daha az bakım gereksinimi, taşınan malzemeye daha az zarar verme, işletmede daha az yer kaplama, daha az kurulum maliyeti ve tahriğin çok daha az bir enerjiyle sağlanması gibi avantajlara sahiptir. Bu avantajları nedeniyle çok büyük ağırlıkların taşınması gerekmedikçe zincirli ileticilerin tasarımında plastik zincir kullanılmasında büyük fayda vardır. Yine özellikle tek bir motorla pek çok hareketi kolaylıkla yapabilmeleri ve işletmede az yer kaplamaları gibi nedenlerle



Şekil 1. İlaç Fabrikasında Şişe Dolum Hattı [1]



Şekil 2. Yakıt Enjektörü Montaj Hattı [1]

parça malların iletiminde bantlı ileticiler yerine tercih edilmektedirler. Şekil 1 ve Şekil 2'de bazı uygulama örnekleri görülmektedir.

PLASTİK ZİNCİRLİ İLETİCİLERİN ELEMANLARI

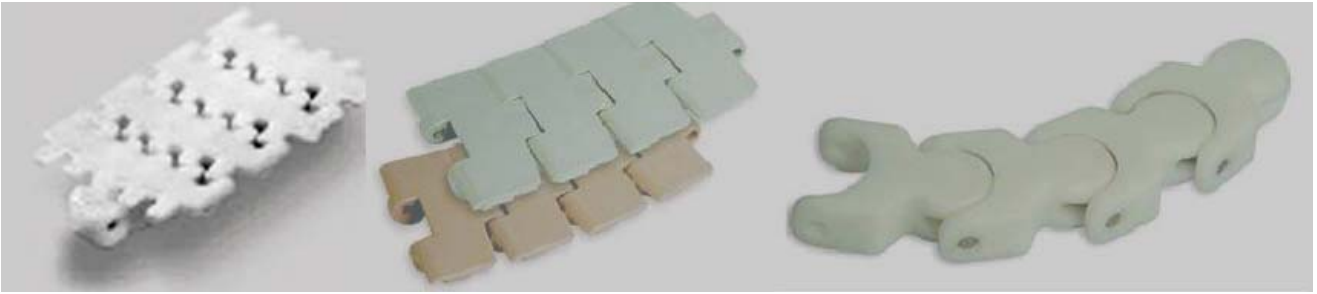
Bir plastik zincirli iletici genel olarak şu elemanlardan oluşur;

- Plastik zincir
- Kayma şeridi
- Gövde
- Tahrik ünitesi
- Saptırma ünitesi
- Diğer elemanlar ve aksesuarlar

Plastik Zincir

Bu tip ileticilerde plastik zincir çekme elemanı olarak görev yaparken aynı zamanda malzemeyi de taşır. Çelik zincirlerde

zincir tipi önem kazanır. Bu tip zincirler malzemeyi taşımak için üzerine düz bir parça eklenerek taşıma alanı artırılmış zincirlerdir. Üretici firmalarca bu taşıma alanları çok çeşitli genişliklerde imal edilmekte ve zincirler ona göre isimlendirilmektedirler. Aksesuarlı özel plastik zincirler ise çok çeşitli tiplerde olabilir. Örneğin 30 dereceden daha fazla eğimli ileticilerde malzemenin kaymasını önlemek için sürtünmeli zincir adı verilen üzeri kauçuk malzeme kaplanmış plastik zincirler kullanılır. Yine bazı uygulamalarda malzemelerin iletici üzerinde birikmesi halinde akümülyasyona izin veren üzerine küçük makaralar yerleştirilmiş plastik zincirler vardır. Dolayısıyla ne tür bir plastik zincir seçileceğine karar verirken işletme şartları, taşınacak malzeme tipi gibi etkenler dikkatlice düşünülmelidir. Şekil 3'te transport işlerinde kullanılan bazı plastik zincir örnekleri mevcuttur.



Şekil 3. Çeşitli Plastik Zincirler [7]

olduğu gibi plastik zincirler de çok çeşitli tiptedirler. Bunları pernolu plastik zincirler, menteşeli plastik zincirler ve aksesuarlı özel plastik zincirler diye sınıflandırmak mümkündür. Zincirlerin baklaları plastik olup enjeksiyon yöntemiyle üretilir. Perno ise genellikle paslanmaz çelikten imal edilir, bazı durumlarda ise plastik kaplanabilir. Bazı plastik zincir tipleri ise rotary tipi çelik zincirlere benzer ve enine hareketlere daha fazla imkan verirler. Bu nedenle bu tipler doğrusal olmayan yollarda, kıvrımlı uygulamalarda tercih edilir. Kullanılan plastik malzeme çeşidi de önemli bir faktördür. Genellikle bu zincirler poliasetal (POM), poliamid (PA), polipropilen (PP), polikarbonat (PC) gibi polimerlerden imal edilirler. Bu malzemelerin pek çok avantajlı yönleri mevcuttur. Örneğin, poliamid ve türevleri üstün mekanik özelliklere sahip, korozyon ve darbe dayanımı yüksek, kolay işlenebilir, yorulma dayanımı yüksek olan bir malzemedir. Tabii plastik teknolojisinin sürekli olarak gelişmekte olması daha mukavim, daha sert, yüksek sıcaklıklara dayanabilen ve sürtünme direnci daha az olan plastik zincirlerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

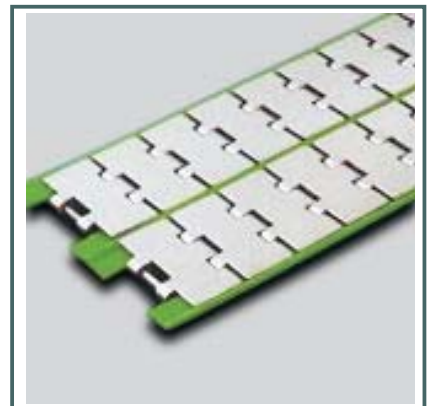
Bu zincirlerin malzeme iletimi için özel amaçla üretildiği unutulmamalıdır. Bu nedenle özellikle menteşeli plastik

Kayma Şeridi

Plastik zincirin gövde vazifesi gören alüminyum veya paslanmaz çelik yüzeye direkt olarak temas etmesi zincirin çabuk aşınmasına neden olur. Böyle bir aşınmayı önlemek için plastik zincir ile gövde arasında sürtünme direnci düşük, kolay aşınan genellikle polietilen türevli bir malzeme serilir. Bu malzemeye kayma şeridi, aşınma profili gibi isimler verilmektedir. Böylelikle plastik zincirin ömrü uzadığı gibi zincirle gövde arasında oluşacak sürtünme direnci de daha düşük bir değer alır. Kayma şeritleri genellikle 3 yılda bir yapılan genel bakımda değiştirilirler. Şekil 4'te kayma şeridi örneği görülmektedir.

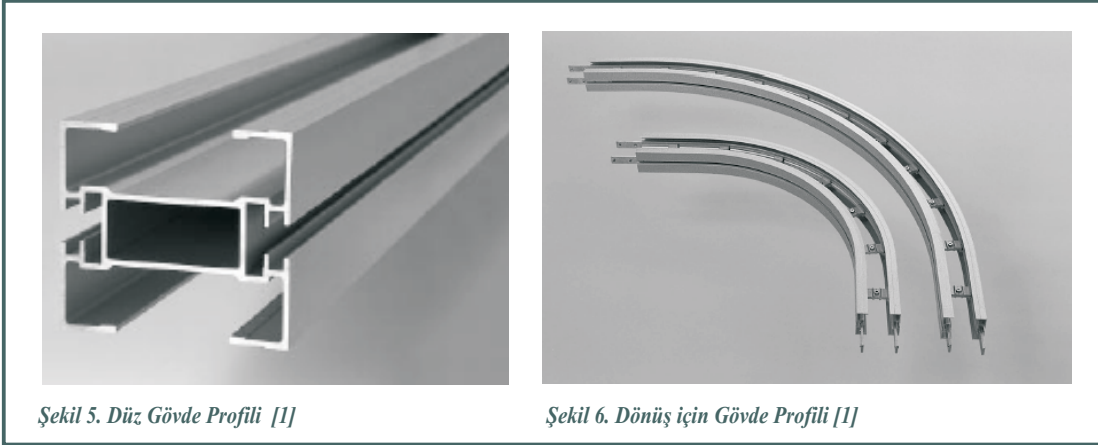
Gövde

Gövde plastik zincire kılavuzluk eden elemandır. Alüminyum profilden ekstrüzyon pres yöntemiyle



Şekil 4. Kayma Şeridi [1]

çekilebileceği gibi, sac levhadan bükülerek de imal edilebilir. Özellikle gıda ve ilaç sektöründe gövdenin paslanmaz çelikten olması istenir. Bazı firmalarca genellikle yüksek yoğunluklu polietilen gibi plastik malzemelerden de gövde imal edilmektedir. Hareket yoluna bağlı olarak gövde parçaları düz olabileceği gibi yatayda çeşitli açılarda dönüş profilleri ve düşeyde iniş ve çıkışları sağlayacak profillerde olabilir. Şekil 5 ve Şekil 6'da bazı örnekler görülmektedir.

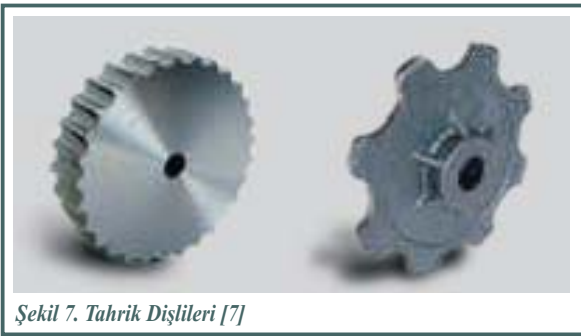


Şekil 5. Düz Gövde Profili [1]

Şekil 6. Dönüş için Gövde Profili [1]

Tahrik Ünitesi

Tahrik ünitesi genellikle elektrik motoru, redüktör ve tahrik dişlisinden meydana gelir. Elektrik motoru redüktör grubundan alınan güç ve devir sayısı tahrik dişlisinin miline aktarılır. Genellikle tahrik baştan yapılırsa da bazı durumlarda ortadan, dönüşte ve sondan tahrik de kullanılabilir. Tahrik dişlisi çelik malzemeden olabileceği gibi poliamid, glistamid gibi plastik malzemelerden de üretilir. Şekil 7'de tahrik dişlileri görülmektedir.



Şekil 7. Tahrik Dişlileri [7]

Saptırma Ünitesi

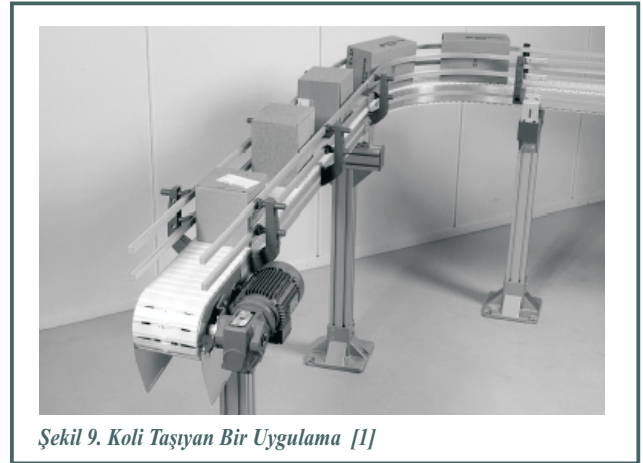
Esas olarak plastik zincirin dönüş yapabilmesini sağlayan kısımdır. Döndürülen dişli görevi gören bir plastik makara mevcuttur. Şekil 8'de saptırma makarası görülmektedir.



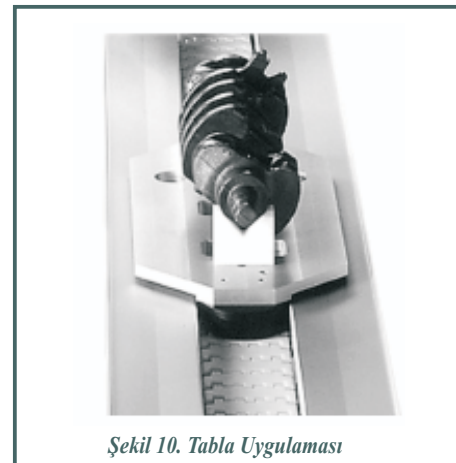
Şekil 8. Saptırma Makarası [7]

Diğer Elemanlar ve Aksesuarlar

Bunları da gövdeyi taşıyan destek profilleri ve ayaklar, malzemeyi yanlardan destekleyen kılavuz şerit, özellikle montaj hattı uygulamalarında malzemenin üzerinde taşındığı tabla ve gergi tertibatı olarak özetleyebiliriz. Şekil 9'da destek profilleri ve ayaklar ile malzemeyi yanlardan destekleyen kılavuz şerit kolu taşıyan bir uygulamada görülmektedir. Şekil 10'da ise bir montaj hattında tabla uygulaması görülmüyor.



Şekil 9. Kolu Taşıyan Bir Uygulama [1]



Şekil 10. Tabla Uygulaması

PLASTİK ZİNCİRLİ İLETİCİLERİN HESABI

Bu tip bir ileticide şu hesaplamalar yapılmalıdır;

- Her bir zincir baklası üzerine gelen maksimum çekme kuvveti hesaplanmalı, buna göre zincir seçimi yapılmalıdır.
- Gerekli motor gücü ve devir sayısı hesaplanarak uygun motor-redüktör seçimi yapılmalıdır.
- Ortam sıcaklığına göre uzama miktarı belirlenerek uygun gergi tertibatı seçilmeli ve gerekliyse taşınacak ürüne özgü özel hesaplar yapılmalıdır.

Plastik Zincir Baklası Üzerine Gelen Maksimum Çekme Kuvvetinin Hesabı

- Bir plastik zincirli ileticide, plastik zincir baklası üzerine gelen maksimum çekme kuvveti çeşitli durumlara göre hesaplanır;
- Malzemenin yatay olarak doğrusal şekilde iletilmesi hali (Şekil 11 Formül 1)
- Malzemenin iletiminde akümülyasyon (birikme) olması hali (Şekil 12 Formül 2)

- Malzemenin belirli bir eğimle iletilmesi hali (Şekil 13 Formül 3)
- Malzemenin yatayda belirli bir açıyla dönerek iletilmesi hali (Şekil 14)

Bu formüllerde;

L : İleticinin uzunluğu [m]

q_p : İletilen malın metre başına düşen ağırlığı [N/m]

q_{pa} : Akümülyasyon tipi çalışmada iletilen malın metre başına düşen ağırlığı [N/m]

q_c : Plastik zincirin metre başına düşen ağırlığı [N/m]

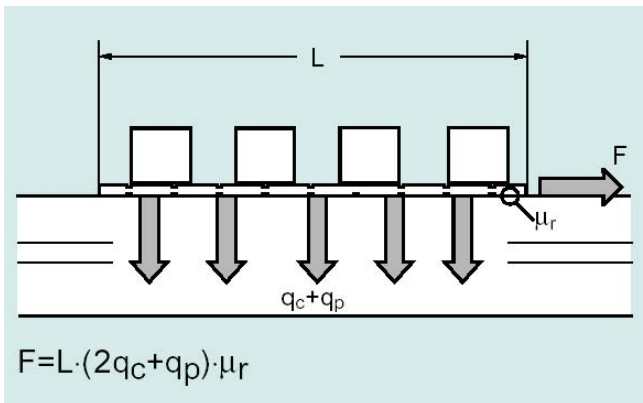
μ_r : Plastik zincir ile kayma şeridi arasındaki sürtünme Katsayısı

μ_p : Plastik zincir ile taşınan ürün arasındaki sürtünme Katsayısı

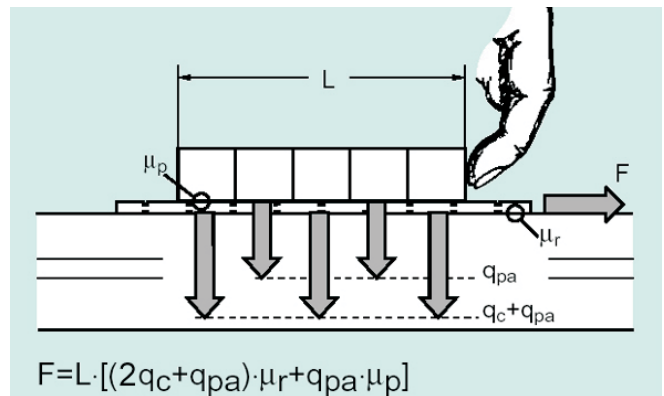
k_α : Dönüş faktörü

β : Eğim açısı [derece] 'dir.

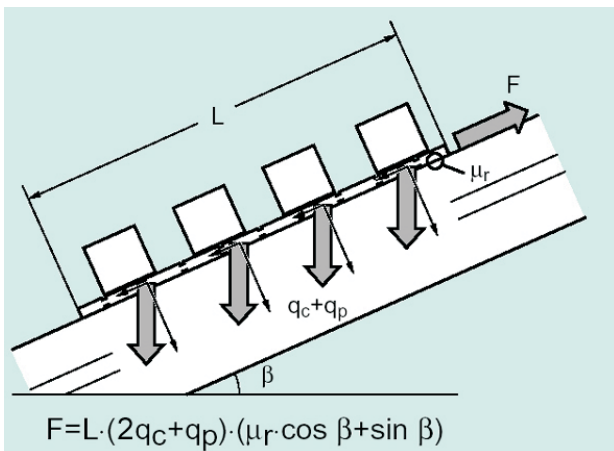
Plastik zincirli ileticiler malzemeyi bu durumlardan birine uygun olarak taşıyabildiği gibi, aynı anda bir hat üzerinde birkaç durum da mevcut olabilir. Böyle durumlarda iletici bölümlere ayrılarak her bölüm için hesap yapılır ve sonuçta toplam çekme kuvveti elde edilir. Dikkat edilmesi gereken bir



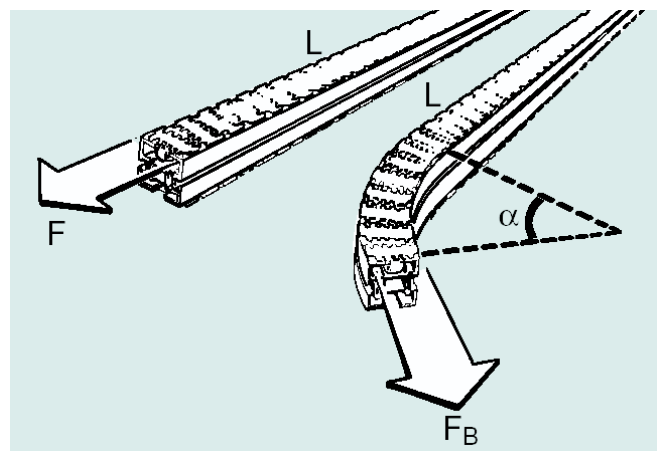
Şekil 11. Formül 1



Şekil 12. Formül 2



Şekil 13. Formül 3



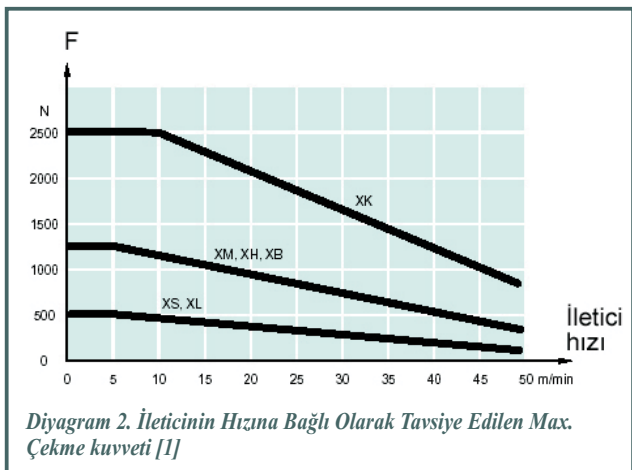
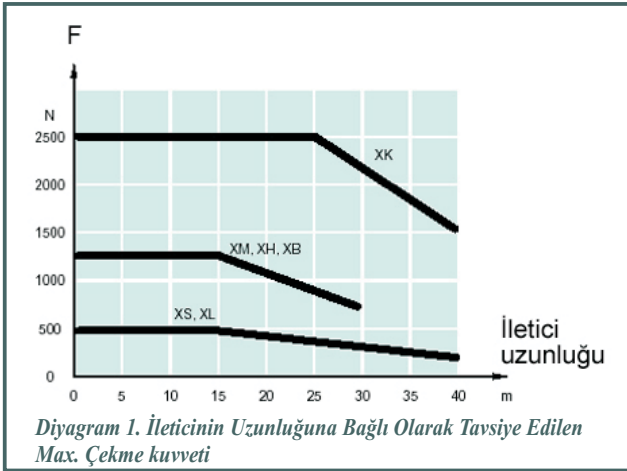
Şekil 14

diğer nokta ise Şekil 14'teki iletim halidir. Bu durumda yine Formül 1 kullanılır ancak, sonuç dönüş açısına bağlı olarak Tablo 1'de verilen dönüş faktörüyle çarpılarak düzenlenmelidir. Böylelikle gerçek maksimum çekme kuvveti hesaplanmış olur.

Tablo 1. Değişik Açılar İçin Tavsiye Edilen Dönüş Faktörü Değerleri [1]

Dönüş açısı	Dönüş faktörü k_{α}
30°	1,2
45°	1,3
60°	1,4
90°	1,6

Sonuçta hesaplanan çekme kuvveti değeri üreticinin tavsiye ettiği maksimum çekme kuvvetiyle karşılaştırılarak bizim için uygun plastik zincir seçimi yapılır. Diyagram 1 ve Diyagram 2'de FlexLink firmasının [1] kendi zincir tipleri için tavsiye ettiği maksimum çekme kuvveti değerleri örnek olarak verilmiştir. Ancak kontrol yapılırken işletme sıcaklığının etkisi hesaplarda mutlaka göz önüne alınmalıdır. Plastik zincir baklası için Diyagram 1 ve Diyagram 2'den edinilen maksimum çekme kuvveti değeri işletme sıcaklığına



bağlı olarak Tablo 3'te tavsiye edilen katsayılarla çarpılarak düzeltilmeli ve kontrol ona göre yapılmalıdır.

Motor Gücü ve Devir Sayısı Hesabı

Plastik zincir baklası üzerine gelen maksimum çekme kuvvetini hesapladıktan sonra bu değere göre motor gücü Formül 4 yardımıyla hesaplanır. Elde edilen değer bir servis faktörü ile çarpılarak artırılır. Servis faktörü Tablo 2'de de görülebileceği gibi ileticinin saatte yapacağı duruş-kalkış adedine göre belirlenen bir tavsiye değeridir.

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta_t} \quad (4)$$

Burada;

- P : Motor gücü [kW]
 F : Çekme kuvveti [N]
 v : İletici hızı [m/s]
 η_t : Motor verimi 'dir.

Tablo 2. Tavsiye Edilen Servis Faktörü Değerleri [1]

Çalışma durumu	Servis faktörü
Düşük hızlar veya saatte max. 1 duruş-kalkış hali	1,0
Saatte max. 10 duruş – kalkış	1,2
Saatte max. 20 duruş-kalkış	1,4
Yüksek hızlar, ağır hizmet veya saatte max. 30'dan fazla duruş-kalkış hali	1,6

Redüktör devir sayısı ise şu şekilde hesaplanır;

$$n = \frac{60}{D_t} \quad (5)$$

Burada;

- n : Redüktör devir sayısı [1/dk]
 v : İletici hızı [m/s]
 D_t : Tahrik dişlisi çapı [m] 'dır.

Sonuçta hesap ettiğimiz motor gücü ve devir sayısı değerlerine göre uygun bir motor-redüktör seçimi yapılır.

Diğer Hesaplar

İleticinin çalıştığı ortamın sıcaklığı, iletilen malzemenin şekli

Tablo 3. İşletme Sıcaklığının Çekme Kuvveti ve Uzama Miktarına Etkisi [1]

Sıcaklık C	Çekme kuvveti faktörü	Doğrusal uzama miktarı %
-20	1,2	-0,4
0	1,1	-0,2
20	1,0	0
40	0,9	0,2
60	0,8	0,5
80	0,6	0,8
100	0,5	1,0
120	0,3	1,3

gibi bazı faktörler tasarım için ek hesaplar yapılmasını gerektirebilir. Özellikle çalışma sıcaklığının yüksek olduğu uygulamalarda plastik zincirin daha fazla uzayacağı göz önüne alınarak bu uzamanın uygun değerlerde kalıp kalmayacağı kontrol edilmeli ve sonuca göre eğer gerekiyorsa bir gergi tertibatı kullanılmalıdır. Örneğin şişe taşıyacak bir iletici uygulamasında da maksimum hızı şişenin yapısı belirleyecektir.

- Sıcaklık etkisiyle uzama kontrolü

$$L_t = L_0 \cdot [1 + a \cdot (T - 20^\circ\text{C})] \quad (6)$$

Burada;

- L_t : Sıcaklık etkisiyle uzamış plastik zincir uzunluğu [mm]
 L_0 : İleticideki toplam plastik zincir uzunluğu [mm]
 a : Malzemeye bağlı olarak sıcaklıkla doğrusal uzama miktarı [mm/m°C]
 T : İşletme sıcaklığı [°C]'dir.

Sıcaklık etkisiyle uzama miktarı Formül 6 [2] ile hesaplandı gibi Tablo 3'te verilen yüzde değerlerle de bulunabilir.

– Taşınan malzemenin yapısına göre maksimum hızın hesabı

Taşınan malzemenin yapısı da tasarımda belirleyici rol

alabilir. Örneğin şişe taşıyacak bir iletici uygulamasında maksimum hızı şişenin yapısı belirleyecektir. Bu tür bir uygulamada maksimum hız Formül 7 [2] ile hesaplanabilir.

$$v_{\max} = \sqrt{2 \cdot g \cdot (\sqrt{H^2 + R^2} - H)} \quad (7)$$

Burada;

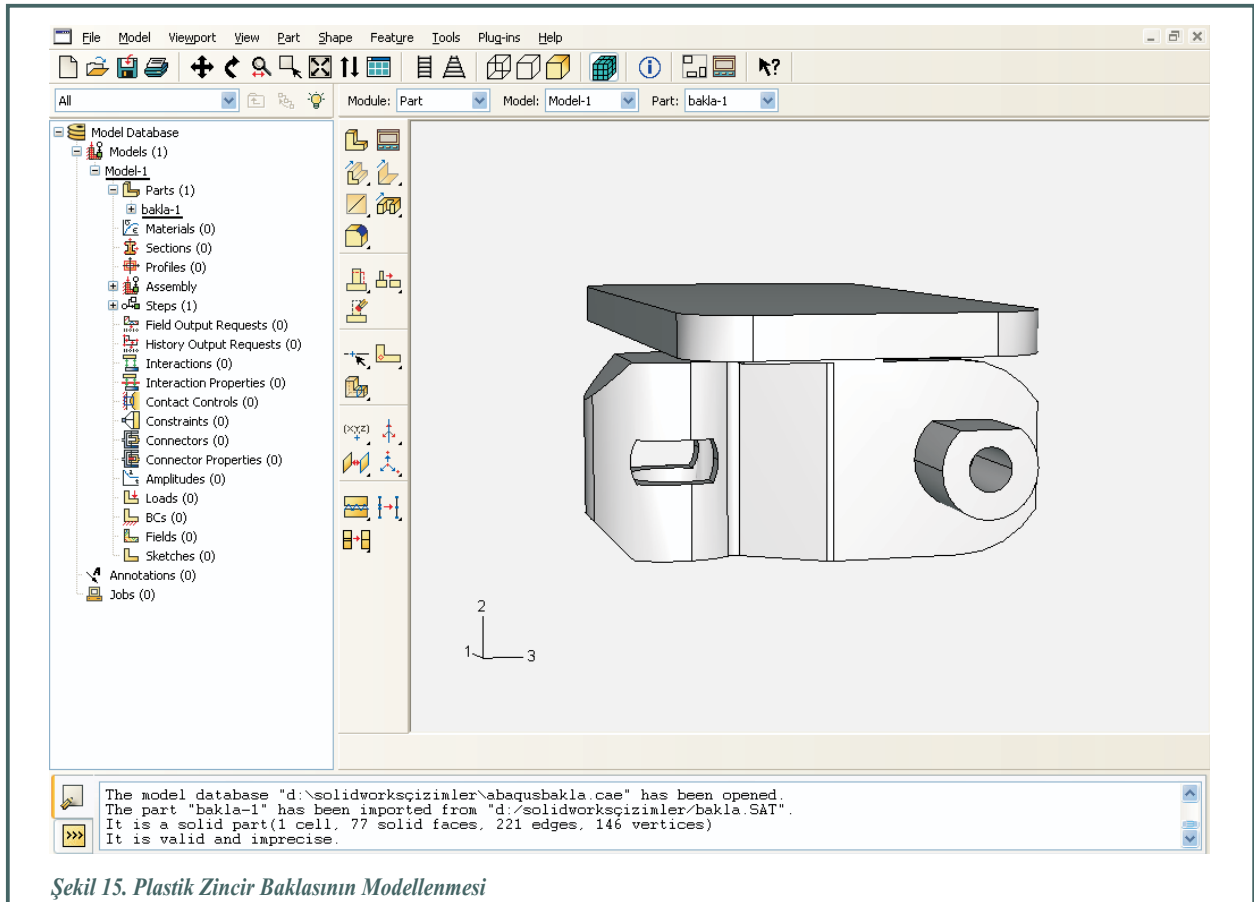
- v_{\max} : Maksimum iletici hızı [m/s]
 R : Oturma yüzeyinin yarıçapı [m]
 H : Ağırlık merkezine olan uzaklık [m]
 g : Yerçekimi ivmesi [m/s²] 'dir.

SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE PLASTİK ZİNCİR BAKLASININ ANALİZİ

Çalışmamızın bu kısmında bir plastik zincirli ileticide, zincir baklası üzerinde oluşan gerilme ve deformasyon değerleri analiz edilmiştir. Bu amaçla katı modelleme için Solidworks [5] ve sonlu elemanlar yöntemiyle analiz için Abaqus [6] programı kullanılmıştır.

Plastik Zincir Baklasının Modellenmesi

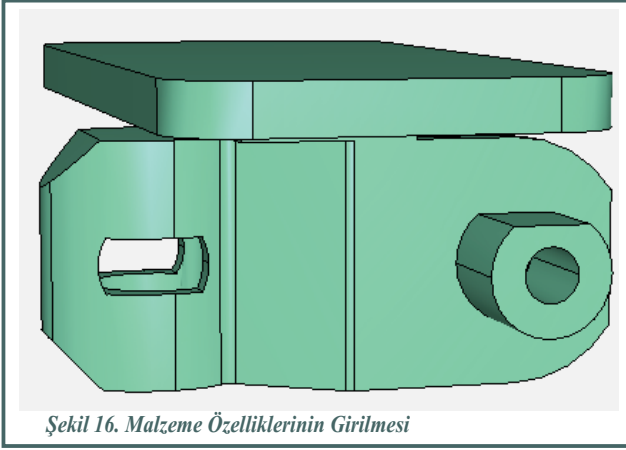
Bu çalışmada FlexLink firmasının [1] XL tip plastik zincir baklası analiz edilmiştir. Bu amaçla öncelikle plastik zincir baklasının katı modellemesi yapılmıştır. Şekil 15'te bunu görmekteyiz.



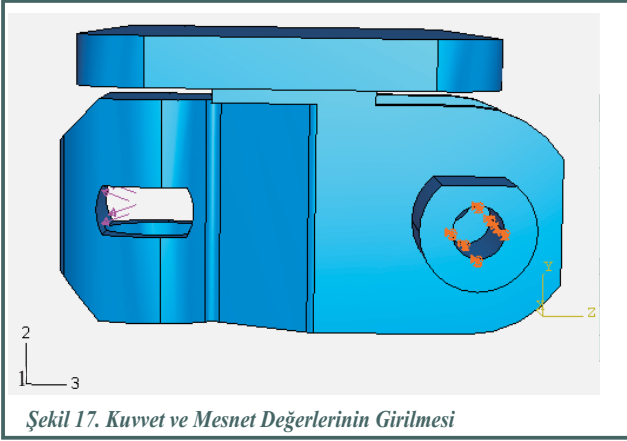
Şekil 15. Plastik Zincir Baklasının Modellenmesi

Malzeme Özelliklerinin, Kuvvet ve Mesnetlerin Girilmesi, Sonlu Elemanlar Ağının Örülmesi

Öncelikle modellediğimiz plastik zincir baklasının malzeme özellikleri programa girilmiştir. Modellediğimiz plastik zincir baklası poliasetal (POM) malzemeden üretildiğinden bu malzemeye ait elastisite modülü (E) 3580 N/mm² [3],



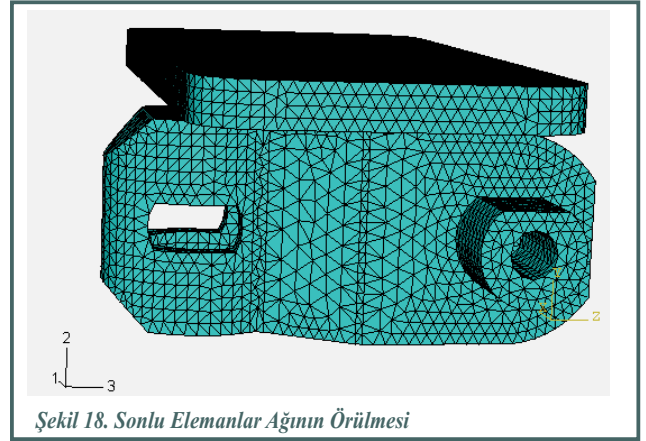
Şekil 16. Malzeme Özelliklerinin Girilmesi



Şekil 17. Kuvvet ve Mesnet Değerlerinin Girilmesi

poisson oranı (μ) ise yaklaşık 0,35 [4] olarak programa girilerek malzeme tanımlanmıştır. Şekil 16'da malzeme özellikleri tanımlanmış modelimiz görülmektedir. Ardından analiz gerçekleştirilebilmesi için çekme kuvveti değeri girilerek, bir taraftan da mesnetleme yapılmıştır. Diyagram 1 ve Diyagram 2'ye bakıldığında FlexLink firmasının [1] XL zincir tipi için önerdiği max. çekme kuvveti değeri 500 N olarak görülür ve bu değer programa girilir. Şekil 17'de kuvvet değerinin girilmesi ve mesnetlemenin yapılması görülmektedir.

Ardından model üzerine sonlu elemanlar çözüm ağı örülerek



Şekil 18. Sonlu Elemanlar Ağının Örülmesi

program analiz yapmaya hazır hale getirilmiştir. Şekil 18'de sonlu elemanlar ağı örülmüş model görülmektedir.

Plastik Zincir Baklasında Müsaade Edilen Çekme Kuvveti Altında Oluşan Gerilme Değerleri

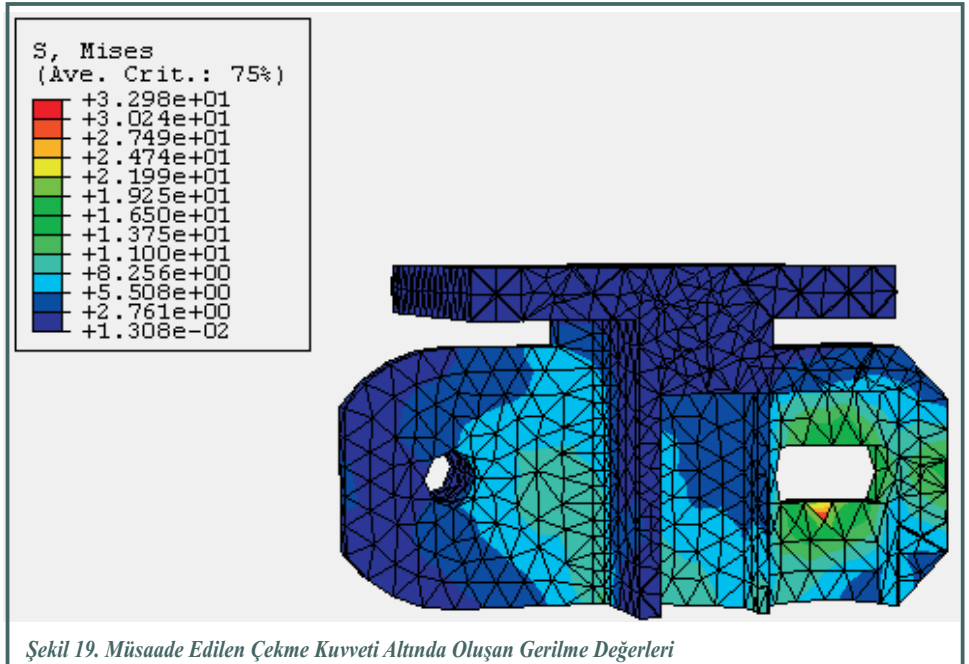
Plastik zincir baklamızın 500 N'luk çekme kuvveti altında gerilme analizi sonuçları Şekil 19'da görülmektedir. Max. gerilme değeri 32,98 N/mm² değeri ile pim deliğinin orta kısmında meydana gelmiştir.

Plastik Zincir Baklasında Müsaade Edilen Çekme Kuvveti Altında Oluşan Deformasyon Miktarı

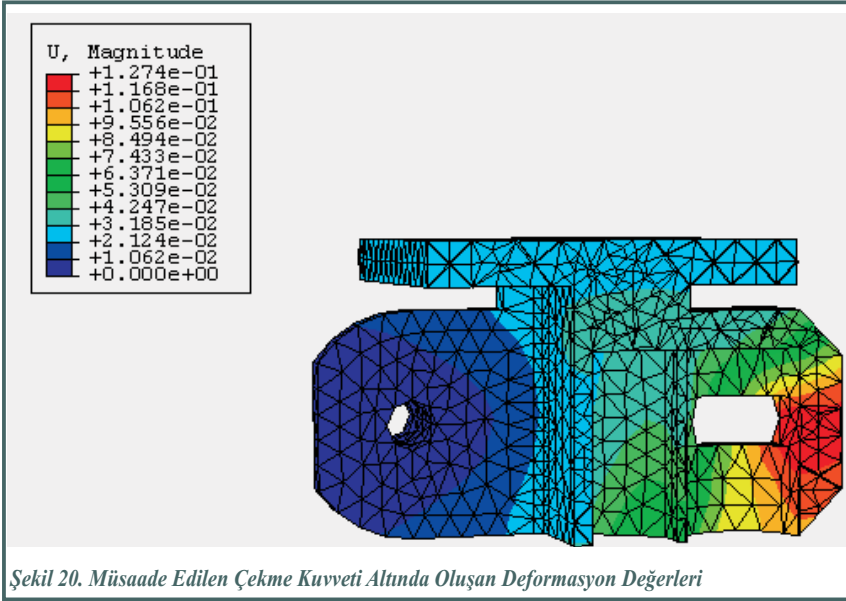
Plastik zincir baklamızda, müsaade edilen çekme kuvveti altında oluşan deformasyon ve doğrusal uzama değerleri Şekil 20'de görülmektedir. Buna göre max. uzama değeri 0,01274 mm olarak zincirin ön kısmında oluşmaktadır.

Plastik Zincir Baklasında Max Çekme Kuvveti Altında Oluşan Gerilme Değerleri

Asetal resin(POM) malzemesinin çekme dayanımı 83



Şekil 19. Müsaade Edilen Çekme Kuvveti Altında Oluşan Gerilme Değerleri



N/mm^2 'dir.[3] Bize bu gerilme değerini veren max. çekme kuvveti ise 1250 N çekme yüküyle elde edilmiştir. Şekil 21'de 1250 N çekme kuvveti altında plastik zincir baklasının gerilme analizi görülmektedir.

Plastik Zincir Baklasında max. Çekme Kuvveti Altında Oluşan Deformasyon Miktarı

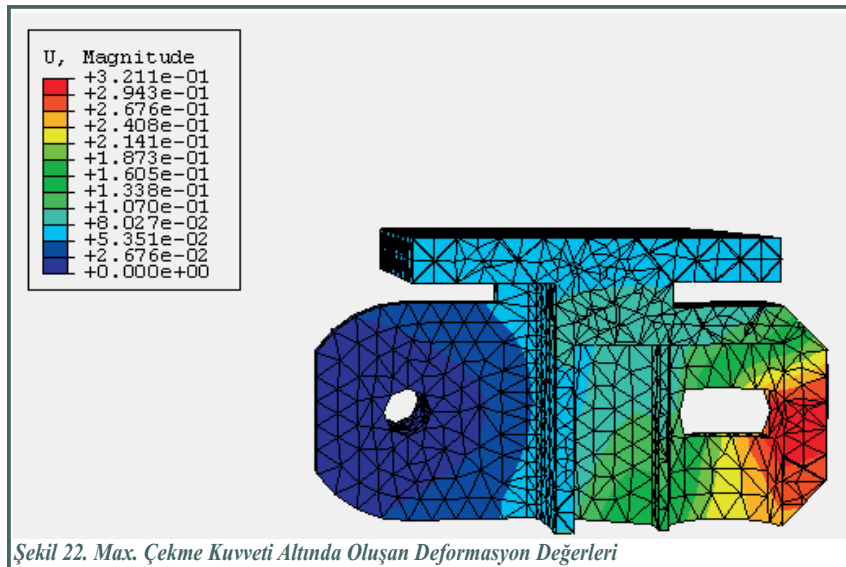
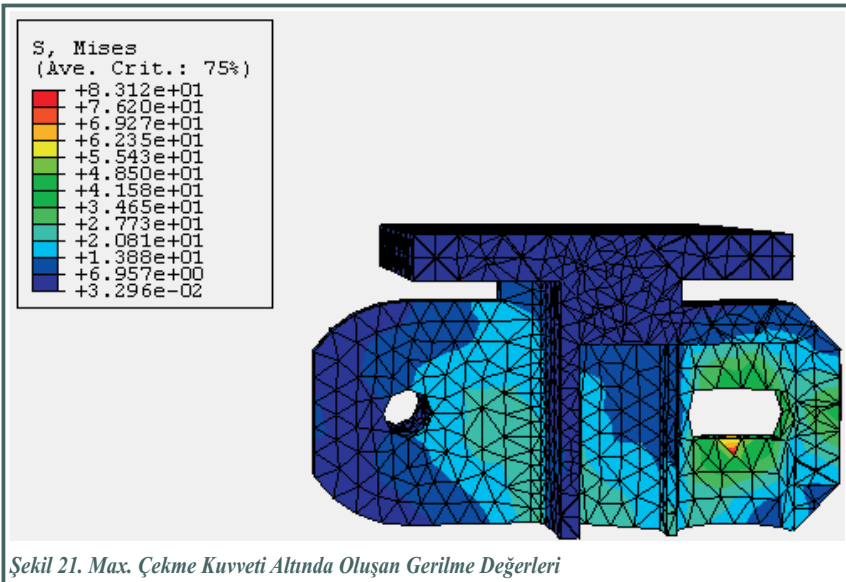
Plastik zincir baklamızda, max. çekme kuvveti altında oluşan deformasyon ve doğrusal uzama değerleri Şekil 22'de görülmektedir. Buna göre max. uzama değeri 0,03211 mm olarak zincirin ön kısmında oluşmaktadır.

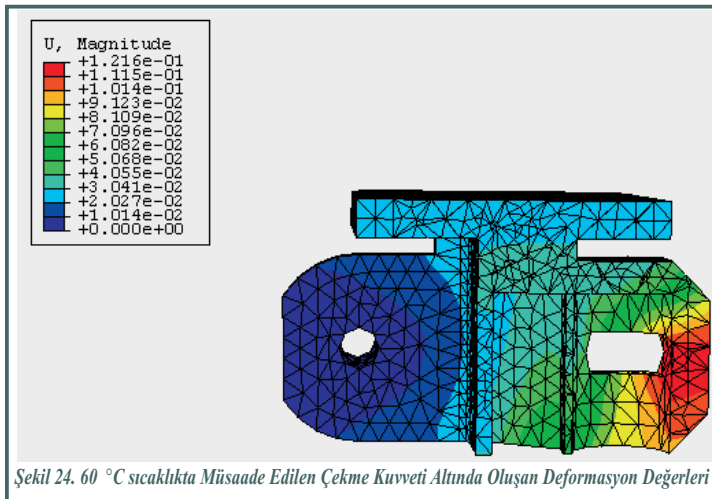
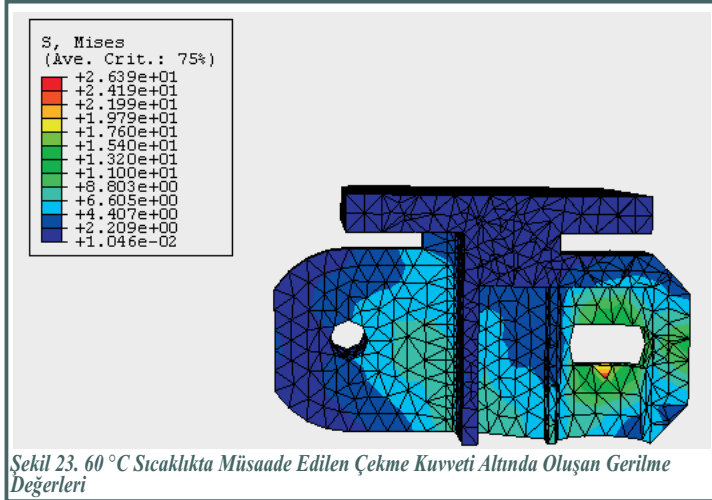
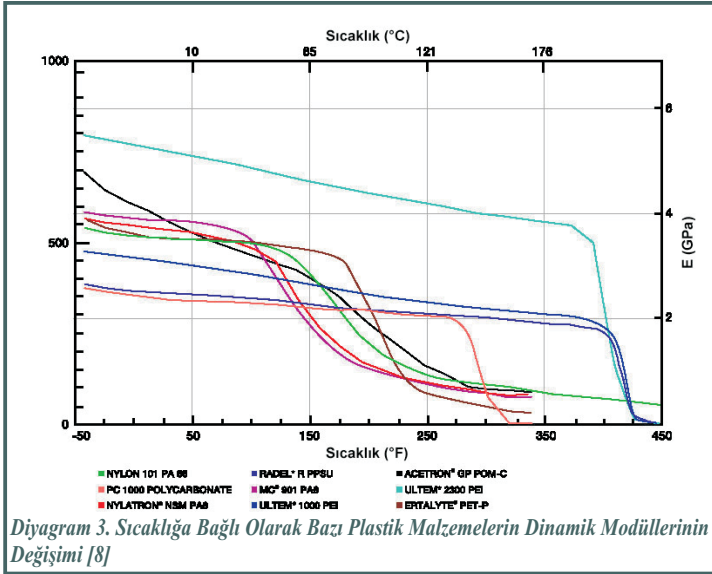
Plastik Zincir Baklasında Müsaade Edilen Max. Çalışma Sıcaklığında Oluşan Gerilme Değerleri

FlexLink firması [1], kataloglarında plastik zincirleri için $-20^{\circ}C$ ila $60^{\circ}C$ çalışma aralığını tavsiye etmektedir. Ancak çok kısa süreli durumlar için $100^{\circ}C$ 'e çıkılabilmesine de müsaade etmektedir. Buna göre $60^{\circ}C$ çalışma sıcaklığı için müsaade edilen çekme gerilmesi altında zincir baklasının analizi yapılmıştır. Öncelikle Abaqus [6] analiz programına poliasetal (POM) malzemenin $60^{\circ}C$ 'teki elastisite modülü girilmelidir. Diyagram 3'te görüldüğü gibi malzemenin bu sıcaklıktaki elastisite modülü (E) $3000 N/mm^2$ olarak girilerek malzeme özellikleri yeniden tanımlanmıştır. Zincir baklasına $60^{\circ}C$ için müsaade edilen max. çekme gerilmesi de Diyagram 1 ve Tablo 3 yardımıyla 400 N olarak hesaplanmaktadır. Buna göre Şekil 23'te gerilme analizi sonucu görülmektedir. Max. gerilme değeri $26,39 N/mm^2$ değeri ile pim deliğinin orta kısmında meydana gelmiştir.

Plastik Zincir Baklasında Müsaade Edilen Max. Çalışma Sıcaklığında Oluşan Deformasyon Miktarı

Plastik zincir baklamızda, $60^{\circ}C$ çalışma sıcaklığında müsaade edilen max. çekme kuvveti altında oluşan deformasyon ve doğrusal uzama değerleri Şekil 24'de görülmektedir. Buna göre max. uzama değeri 0,01216 mm olarak zincirin ön kısmında oluşmaktadır.





SONUÇ

Plastik zincirli ileticilerde iletim kapasitesini etkileyen önemli bir parametre çekme elemanı olan zincirin performansıdır. Çelik zincirli ileticilere göre dezavantajlarının en önemlileri çekme dayanımlarındaki

azalma ve yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilennemeleridir.

İrdelenmekte olan model zincir yapısında konunun uzmanı olan üretici bir firmanın [1] tavsiye değerleri sonlu elemanlar yöntemi ile elde edilen gerilme ve deformasyon analiz sonuçları ile karşılaştırılmaktadır. Analizler normal ortam sıcaklıklarında ve tavsiye edilen üst sıcaklık limitlerinde gerçekleştirilmiştir.

Gerilme Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Firmanın müsaade ettiği çekme kuvveti altında oluşan max. gerilme değerinin 32,98 N/mm² olduğu Bölüm 4.5'te görülmektedir. Poliasetal (POM) malzemenin çekme dayanımının ise 83 N/mm² olduğu düşünülürse bu durumda firmanın

$$\text{emniyet değeri: } S = \frac{\sigma_{\text{max}}}{\sigma} = \frac{83}{32,98} = 2,5$$

olarak karşımıza çıkar.

Deformasyon Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Normal çalışma sıcaklığında FlexLink firmasının [1] müsaade ettiği çekme kuvveti [500N] altında oluşan max. doğrusal uzama miktarı Bölüm 4.6'da bakla başına 0,01274 mm olarak görülmektedir. Bu da 0,43mm/m değerini verir ki, uygun bir uzama değeri olmaktadır. Sıcaklığın artması ile uzama miktarının artacağı düşünülmektedir. Gerçekten 60 çalışma sıcaklığında yine 500 N'luk çekme kuvveti uygulanırsa uzama miktarı bakla başına 0,02212 mm olur, bu da %73 'lük bir uzama artışı demektir. Ancak çalışma sıcaklığının artışına bağlı olarak müsaade edilen çekme kuvvetinin azaltılması sonucunda [400N] Bölüm 4.10'da görüldüğü gibi bakla başına 0,01216 mm uzama görülmektedir. Bu da sıcaklık artışına bağlı olarak müsaade edilen çekme kuvveti değerinin azaltılarak uzama miktarının uygun sınırlar içinde kalmasının sağlandığını gösterir.

KAYNAKÇA

1. FlexLink Conveyor Systems, 2000.
2. Rexnord TableTop Chains, 2004.
3. Indacochea J. Ernesto, Polymeric Materials, University Of Illinois at Chicago.
4. Hoechst Plastics, 1976.
5. SOLIDWORKS® Software, Ver: 2003.
6. ABAQUS® Software, Ver: 6.5-1.
7. www.alhan-cagri.com
8. www.quadrantapp.com