



Helezon Konveyörlerde Sabit Kapasitede Açısal Hız Değişiminin Mil Mukavemetine Olan Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi

¹ Öğr.Gör. Özlem Öztürk Temur, ² Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Denктаş

¹İstanbul Arel Üniversitesi Sefaköy, İstanbul
²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya

Helezon Konveyörlerde Sabit Kapasitede Açısal Hız Değişiminin Mil Mukavemetine Olan Etkisi

Özlem Öztürk Temur, Arel Üniversitesi, Sefaköy Meslek yüksekokulu, İstanbul
Tel: 05443300720
Sorumlu Yazar e-posta: ozlemtemur@arel.edu.tr

ÖZET

Sürekli taşıma sistemlerinden helezon konveyörler, endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Helezon konveyörler, yapı kimyasal fabrikalarında, gıda fabrikalarında, tahıl farikalarında ve her türlü toz, granül (tuz, şeker, çimento, un, plastik, madenler, tıbbi ürünler vb.) malzemelerin bir noktadan diğer bir noktaya kesintisiz olarak taşınmasında önemli rol oynamaktadır. Helezon konveyörlerde meydana gelecek bir problem, helezon konveyörün beslediği bir makine varsa iletimin kesintiye uğramasına sebep olarak üretim hızını düşürecektir. Malzeme iletiminin, sürekli ve kesintisiz olması için helezon konveyörlerin sorunsuz çalışması gerekmektedir.

Bu çalışmada, dış çapı 220 mm, 5 m uzunluğundaki helezonlarda, taşıma işleminin başlamasından ($t = 0$) $t = 8$ s olana kadar partiküller üzerindeki sıkıştırma kuvvetleri modellenmiş, $t = 2, 4, 6$ ve 8 saniyelerdeki partikül durumları görüntülenmiştir. Sabit iletim kapasitesinde, 80 d/d ve 100 d/d açısal hızlarda mil üzerindeki kuvvet ve tork değerleri EDEM programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda $Q = 1,4$ kg/s kapasitede, açısal hızın artırılmasıyla milin maruz kaldığı yüklemeye etkilerinin azaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler- Helezon Konveyör, taşıma sistemleri, helezon, konveyör

Numerical Investigation of the Effect of Angular Velocity Variation on Shaft Strength in Helix Conveyors at constant capacity

ABSTRACT

Continuous transferring systems of helix conveyors are widely used in industry. Helix conveyors play an important role in the uninterrupted transport of granular materials (salt, sugar, cement, flour, plastic, mines, medical products, etc.) and all kinds of dust from one point to another, at chemical factories, food factories and cereal factories. A problem to occur in helix conveyors will reduce the production speed by causing the transmission to be interrupted if there is a machine fed by the helix conveyor. Helix conveyors should work smoothly to ensure continuous and uninterrupted material transmission.

In this study, the compressive forces on the particles are modeled on the outer diameter 220 mm, 5 m long helix until the $t = 8$ s from the beginning of the transport process ($t = 0$) and in the $t = 2, 4,$



6 and 8 seconds particle conditions are displayed. At constant transmission capacity, the force and torque values on the shaft at 80 d/d and 100 d/d angular velocities were analyzed using EDEM program. Computational analyses shows that; the $Q = 1.4 \text{ kg / s}$ capacity, loading effects on the shaft are accordingly decreased at the higher angular speeds on the transmission.

Keywords- Screw conveyor, conveying systems, screw, conveyor

GİRİŞ

Taşıma sistemleri, her türlü üretim ve hizmet sektörünün vazgeçilmez bir elemanıdır. Taşıma makineleri, iki temel grupta toplanabilir. Bunlardan biri süreksiz çalışan taşıma makineleri olarak adlandırılır. Örneğin; krikolar, palangalar, vinçler ve asansörler. Bir diğeri ise, bantlı konveyörler, kovalı elevatörler, havalı (pnömatik) ileticiler ve helezon konveyörleri içeren sürekli taşıma makineleridir. Süreksiz taşıma makineleri belirli bir çalışma süresi içinde yükleme, iletim ve boşaltma adımları ile gerçekleşen taşıma işlemini kesintili olarak gerçekleştiren makinelerdir. Sürekli taşıma makineleri ise belirli bir periyotta hiç durdurulmadan çalıştırılan ve sürekli malzeme iletimi yapan makinelerdir.

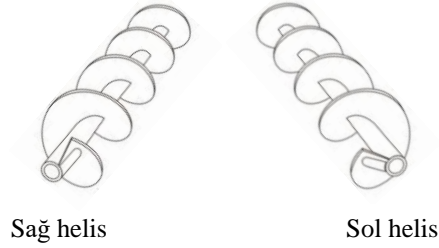
Sürekli taşıma makinelerinden helezon konveyörler yaygın olarak kimyasal fabrikalarda, tahıl işleme fabrikalarında ve her türlü toz, taneli malzemelerin (un, kum, şeker, tuz, çimento, kireç taşı, plastik, tıbbi ürünler, madenler vb.) taşınması gereken yerlerde kullanılmaktadır. Helezon konveyörlerin taşıma esnasındaki verimliliği ve kesintisiz çalışması firmanın maliyeti, kalitesi ve zaman tasarrufu açısından önemli rol oynamaktadır. Helezon konveyörlerde yaşanacak bir problemde imalat kesintiye uğrayacak ve işletmenin termin sürelerini olumsuz etkileyecektir. Bu yüzden işletmede kullanılacak helezon konveyörler, taşınacak malzemenin cinsine uygun tasarlanmış olarak seçilmelidir. Yapılan bu çalışmada; yatay olarak yerleştirilmiş bir helezon konveyörün, malzeme iletimi esnasında helezon milinin maruz kaldığı kuvvet ve ilemesi gereken tork değerleri numerik olarak incelenmiştir. EDEM paket programı ile yapılan analizlerde konveyörün sabit bir iletim kapasitesinde, 8 saniye süresince yaptığı taşıma işlemi modellenmiş olup, 2, 4, 6 ve 8. saniyelerdeki partikül durumları gösterilmiş ve işlem süresince mile uygulanan kuvvet ve tork değerleri grafiklerle yorumlanmıştır.

Verim, tork ve güç, katı maddenin vorteks hareketinden önemli ölçüde etkilenir. Vorteks hareketi, doldurma derecesiyle birlikte, volumetrik verimliliği ve dolayısıyla üretim miktarını yönetir. Bu da tork, güç ve taşıma verimliliğini etkiler (Robert 2001). Tasarımda, helezon konveyörden istenen iş (taşıma hızı, taşıma uzaklığı, kapasite) taşınacak malzeme özellikleri, iş güvenliği, ekonomik ve verimliliğin bir bütün olarak ele alınması gerektiği Nogay (2007) ın çalışmasında vurgulanmıştır. Partikül taşıma sistemlerinin numerik analizleri konusunda Owen ve Cleary (2009) helezonun dönme hızı, eğimi ve dökme malzemenin hacimsel dolun seviyesi gibi çalışma koşullarının, Discrete Element Method (DEM) kullanılarak performansını nasıl etkilediği incelenmiş, partikül hızlarının doluluk oranıyla değişmediği, motor gücüyle eksenel hızların lineer bir değişim göstermediğini belirtmiştir.

Helezon konveyör ayaklar üzerine oturan giriş ve çıkış olukları bulunan bir tekne (yatak) ve bu tekne içinde yataklanmış olan bir mil üzerine helezon şeklinde sarılmış çeşitli kalınlıklarda ve hatvelerde kanatlardan meydana gelmektedir. Helezon konveyörler, vidalı konveyör olarak da adlandırılır.

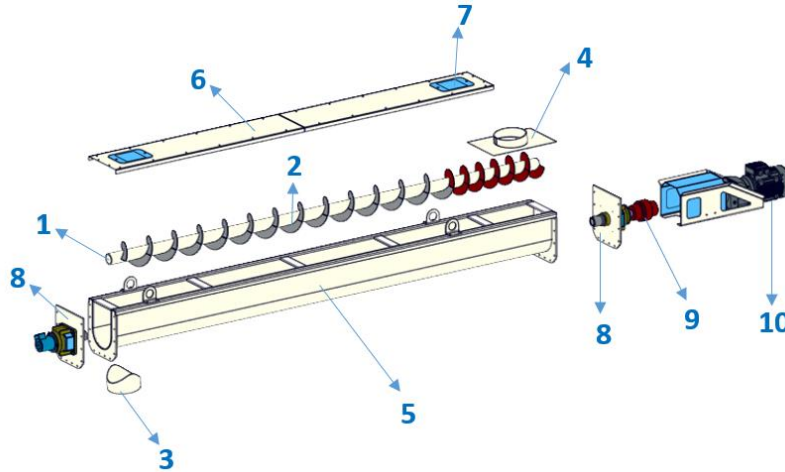
Endüstriyel uygulamalarda bir noktadan başka bir noktaya taşınacak hammaddenin özelliği, taşınacak iki nokta arasındaki mesafe ve kapasite gibi çeşitli parametrelere bağlı olarak helezon konveyörlerinin tasarımı değişiklik göstermektedir.

Helezon konveyörler kullanım amaçlarına ve iletimin özelliğine göre çeşitli yapılarda imal edilmektedir. Bu helezon konveyör tipleri, sabit hatveli helezon konveyörler, artan hatveli helezon konveyörler, konik milli helezon konveyörler, milsiz helezon konveyörler ve çok yollu helezon konveyörler olarak sıralanmaktadır. Helezonun (vida) helisi sağ ve sol helezon şeklinde olabilir. Bunların yanı sıra, tek, çift ya da üç helisli de (adımlı) olabilmektedir. Sağ helis ve sol helis helezon Şekil 1.1.'de gösterilmiştir. Aksi belirtilmediği sürece standart olarak sağ helis kabul edilmektedir.



Şekil 1.1. Sağ ve sol helis

Helezon konveyörler standart parçalardan oluşabileceği gibi kullanılacağı yerlere ve taşınacak olan malzemelerin özelliklerine bağlı olarak standart dışı parçalar da helezon konveyör imalatında kullanılmaktadır. Helezon konveyörler modüler bir yapıdadırlar ve Şekil 1.2.'de helezon konveyörü oluşturan parçalar gösterilmektedir.

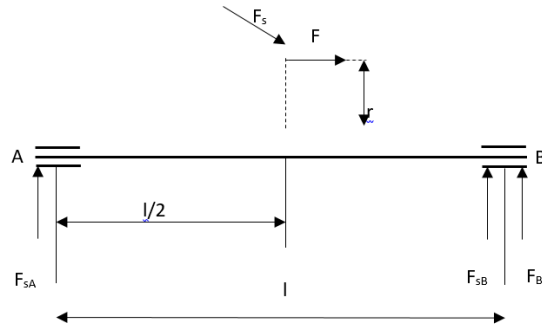


Şekil 1.2. Helezon konveyörü oluşturan parçalar 1. Helezon Mili, 2. Helezon, 3. Besleme ağızı, 4. Çıkış ağızı, 5. Helezon yatağı (tekne), 6. Üst kapak (U tipi helezonlarda), 7. Gözetleme kapağı, 8. Ön ve arka kapaklar, 9. Kaplin, Salmastra, 10. Motor-Redüktör

Bu çalışmada; yatay olarak yerleştirilmiş bir helezon konveyörün, malzeme iletimi esnasında helezon milinin maruz kaldığı kuvvet ve iletimi gereken tork değerleri grafiklerle yorumlanarak helezon konveyörde meydana gelen sıkışma probleminin çözüme ulaştırılması amaçlanmıştır.

1. GEREÇ VE YÖNTEM

Helezon milinin herhangi bir yerinde bulunan iki yataklama noktası göz önüne alındığında, helezon milindeki kuvvetler Şekil 1.1.'de gösterilmiştir. (Cürgül, 2010)



Şekil 1.1. Helezon milindeki kuvvetler

Eksenel itme kuvveti (F) etkisi ve Sürtünme kuvveti (teğetsel kuvvet) etkisi sırasıyla aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$-F'_A = +F'_B = \frac{r}{l}$$

$$F_{SA} = F_{SB} = \frac{F_S}{2}$$

Böylece A ve B yataklarındaki radyal kuvvetler toplamı;

$$F_A = F_B = \sqrt{(F'_A)^2 + (F_{SA})^2}$$

Olmaktadır. Bu radyal kuvvet, helezon milinde bir eğilmeye sebep olur. Mildeki eğilme gerilmesi,

$$\sigma_e = \frac{F_A \cdot l}{W_e} = \frac{M_e}{W_e}$$

(daN/m²-Pascal) olarak hesaplanır.

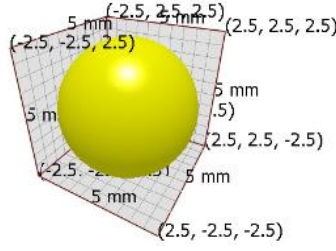
Burada eğilmeye göre mukavemet momenti, içi dolu ve içi boş miller için, sırasıyla, aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$W_e = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

$$W_e = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

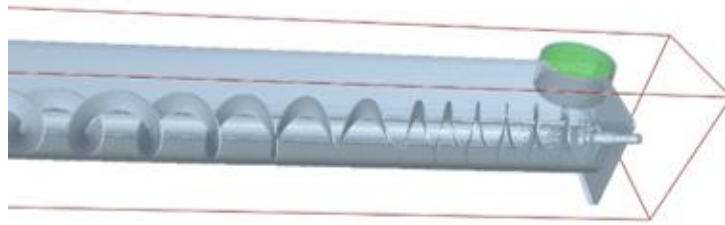
DEM (Discrete Element Method)Ayrık elemanlar yöntemi, tanecikli materyalin yapısını oluşturan münferit parçacıkları izleyen bir dizi hesaplama ile tanecikli malzemelerin hareketini simüle etmenin bir yoludur. (Tanaka, Nishida, Kunimochi ve Takagi,T, 2001)

Analizlerde dökme malzemesi olarak kum kullanılmıştır. Boyutsal özellikleri Aslan ve Kurt'un (2003) çalışmasında, pudra tipi malzemelerden alınmıştır. Şekil 1.2.' de bir kum partikülünün EDEM programında kullanılan modeli görülmektedir.



Şekil 1. 2. Kum partikülünün EDEM programında kullanılan modeli

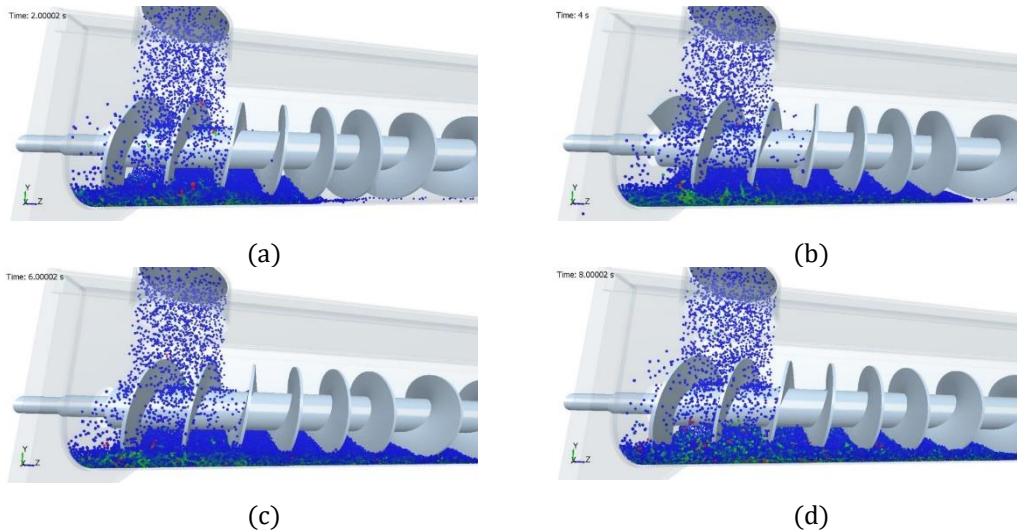
Kum malzemesinin taşınması için tasarlanıp modellenen helezon Şekil 1.3'de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. 3. Kum malzemesinin taşınması için tasarlanan helezon mili

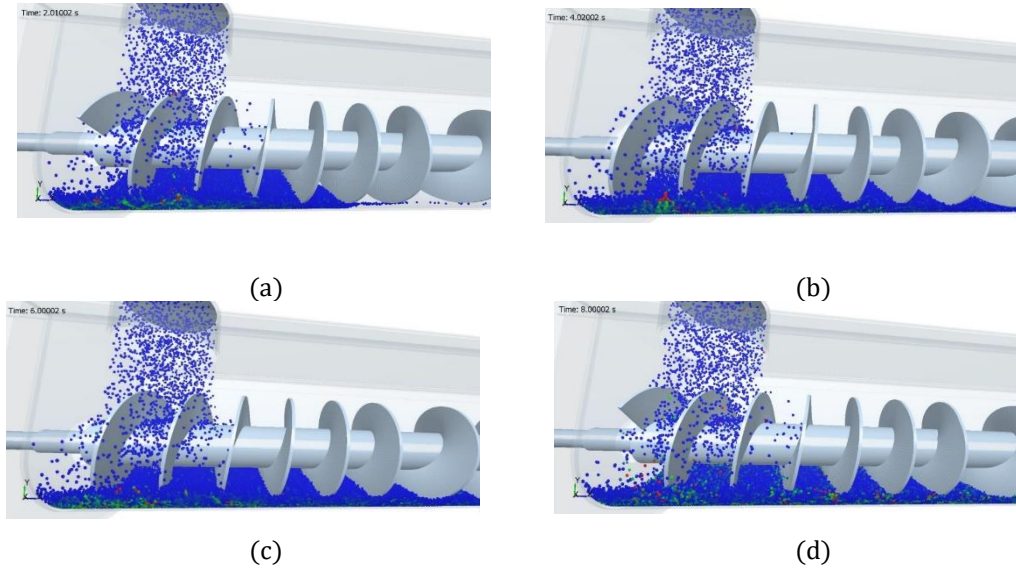
2. BULGULAR ve TARTIŞMA

Dış çapı $\varnothing 220$ mm olan 5 m uzunluğundaki helezon konveyörde, 80 d/d dönme hızında, iletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s olması durumunda $t = 2$ s, 4 s, 6 s, 8 s zaman aralıklarında anlık partikül durumu Şekil 2.1.'de görülmektedir. Partiküller, maruz kaldığı sıkıştırma kuvvetlerine göre farklı renklerde görülmektedir. Kapasitenin yükselmesi kütle miktarının da arttığı anlamına geldiğinden $t = 4$ s den sonra helezon kanatları arasında biriken partikül miktarının arttığı görülmüştür. $t = 8$ s sonunda yeşil ve kırmızı renkli partiküllerin sayıca artmış olmaları partiküller üzerindeki sıkıştırma kuvvetlerinin daha etkin bir rol oynadığı anlamına gelmektedir.



Şekil 2.1. 80 d/d da iletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s iken (a) $t = 2$ s, (b) $t = 4$ s, (c) $t = 6$ s, (d) $t = 8$ s için partikül durumu

100 d/d dönme hızında, iletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s olması durumunda $t = 2$ s, 4 s, 6 s, 8 s zaman aralıklarında anlık partikül durumu Şekil 2.2.'de görülmektedir. Partiküllerin sıkıştırma kuvveti $t = 4$ s den $t = 8$ s ye kadar bir artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Milin dönme hareketine bağlı olarak açılma hızının artması ile iletilen partikül miktarı artış göstermiştir. Partiküller arası sıkıştırma kuvvetleri helezon milinin altında yoğunluk göstermektedir.



Şekil 2.2. 100 d/d da iletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s iken (a) $t = 2$ s, (b) $t = 4$ s, (c) $t = 6$ s, (d) $t = 8$ s için partikül durumu

İletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s de farklı açılma hızlarına göre elde edilen zamana bağlı kuvvet değişimi Şekil 2.3.'de, $Q = 1,4$ kg/s de farklı açılma hızlarına göre elde edilen zamana bağlı tork değişimi Şekil 2.4.'de gösterilmiştir. Helezon konveyöre beslenen kütle miktarı zamana bağlı olarak artmasından dolayı helezon milinde meydana gelen kuvvet de genel olarak bir artış eğilimi göstermektedir. İletim kapasitesi sabit $Q = 1,4$ kg/s iken, açılma hızı 80 d/d olduğunda helezon mili üzerindeki maksimum kuvvet, taşınımın 7,6. saniyesinde 81,4 N, maksimum tork ise 8. s de 60 Nm dir. Açılma hızı 100 d/d olduğunda helezon mili üzerindeki maksimum kuvvet ve tork sırasıyla, 7,5. s de 64,4N, 6,6. s de 54,3 Nm dir.

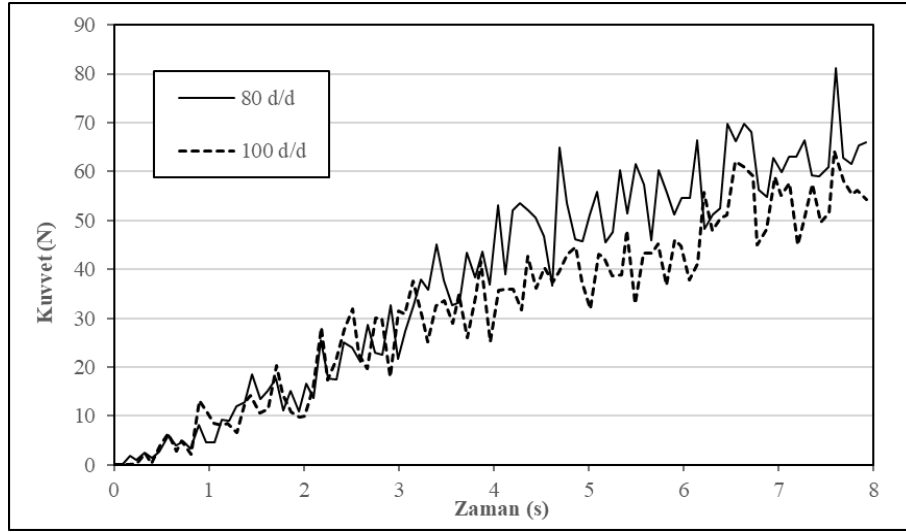
8 saniyelik analiz süresi boyunca, çeşitli saniyelerde farklı açılma hızlarına bağlı olarak helezon mili üzerindeki kuvvet ve tork değerleri Tablo 2.1 de gösterilmiştir.

Açılma hızı 80 d/d dan 100 d/d ya yükselince maksimum kuvvet ve tork değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, malzeme iletimi sırasında partiküllerin mil üzerinde durma süresinin azalması yani daha hızlı iletimin gerçekleşmesidir. Bu durumda mil üzerinde ki kuvvet ve tork değerleri 80 d/d açılma hızına göre az olduğundan mildeki sehim de 80 d/d açılma hızına göre daha az olacağı tahmin edilmiştir.

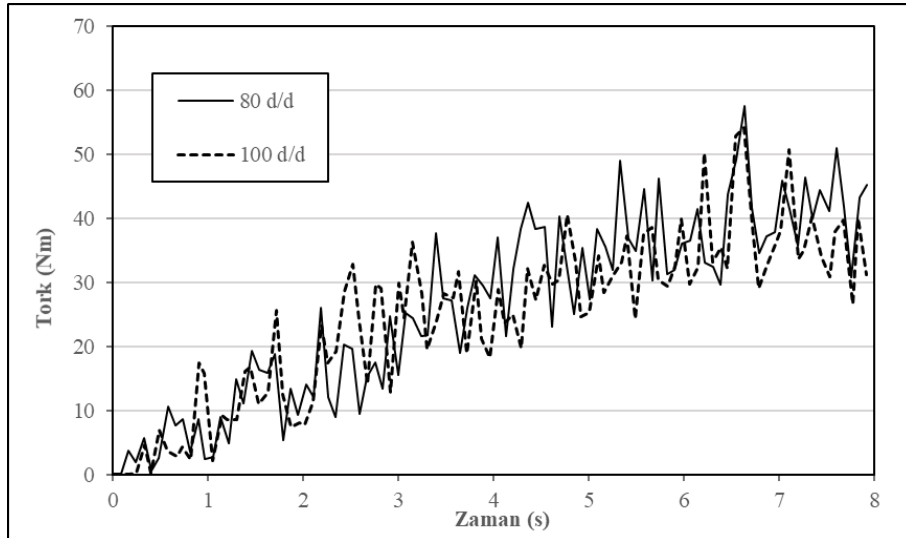
Tablo 2.1. Çeşitli saniyelerde farklı açısızlızlara bağılı olarak helezon mili üzerindeki kuvvet ve tork değerleri

Zaman (s)	KUVVET (N)		TORK (Nm)	
	80 d/d	100 d/d	80 d/d	100 d/d
0,5	6,00738	6,29742	10,6273	3,60664
1	4,50554	8,43616	2,76753	2,20406
1,5	13,5166	10,6937	16,3838	11,1205
2	16,6705	9,98081	14,059	7,71421
2,5	24,0295	31,8435	19,7048	32,8605
3	27,3336	30,893	15,6089	29,9552
3,5	32,7402	28,9919	27,1218	27,6509
4	53,0151	35,6458	37,0849	28,9533
4,5	46,8576	40,3985	38,7454	32,7603
5	51,2129	31,8435	27,3432	25,3467
5,5	61,5756	33,0317	34,9815	24,3448
6	54,517	37,9033	36,5314	29,7548
6,5	66,2314	62,0236	49,262	52,8974
7	59,9236	55,1321	45,941	38,1703
7,5	60,9749	51,5675	41,1808	30,8568
8	73,1399	54,1815	59,8893	31,1574

220 mm dış çaplı ve 5 m uzunluğundaki helezon konveyörde $Q = 1,4$ kg/s iletim kapasitesi için 100 d/d açısızlız hız seğıilirse, iletimi engelleyecek kadar milde bir sehim oluşmayacağı dolayısıyla sehimden kaynaklanan problemlerin meydana gelmeyeceğı görölmektedir.



Şekil 2.3. 100 d/d da iletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s iken (a) $t = 2$ s, (b) $t = 4$ s, (c) $t = 6$ s, (d) $t = 8$ s için partikül durumu



Şekil 2.4. 100 d/d da iletim kapasitesi $Q = 1,4$ kg/s iken (a) $t = 2$ s, (b) $t = 4$ s, (c) $t = 6$ s, (d) $t = 8$ s için partikül durumu

3. SONUÇ

Zamana bağlı kuvvet ve tork değişimi grafiklerinde, belli aralıklar ile hesaplanan kuvvet ve tork değerlerinin pik yaptığını ve bu maksimum kuvvet ve tork değerlerinin oluşturduğu dinamik yüklemeye etkilerinin zaman içerisinde uzun helezon milinde sehim meydana getirebileceği görülebilmektedir. Sehime etkileri sonucunda helezon kanatları ile helezon teknesi arasındaki mesafe azalması, hatta kanatçıkların



tekneye temas etmesi sonucu sürtünme oluşması, partiküllerin yığılmasına ve sıkışma olayını meydana getirebileceği tahmin edilmektedir. Analizler sonucunda 100 d/d açısız hızdaki maksimum kuvvet ve tork değerlerinin 80 d/d ya göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bundan dolayı, helezon konveyörün verimli çalışabilmesi ve sıkışma problemi yaşanmaması için bu helezon konveyör tasarımında açısız hız 100 d/d seçilmelidir.

KAYNAKLAR

Aslan, R., Kurt, S. (2003). İleticilerde taşınan malların sınıflandırılması, özellikleri ve malzeme hareketleri, *TMMOB Makine Mühendisleri Odası İletim Teknolojileri Kongre ve Sergisi*, 269-275.

Cürgül, İ., (2010). Taşıma Tekniği, İstanbul, Birsen Yayınevi.

Nogay, M.N., (2007). Helezon konveyörlerin tasarım kriterleri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Owen, P. J., & Cleary, P. W. (2009). Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM). *Powder Technology*, 193(3), 274-288.

Roberts, A. W. (2001). Design considerations and performance evaluation of screw conveyors. *Proceedings of the BELTCON*, 11(11).

Tanaka, K. (2001). Numerical and experimental studies for the impact of projectiles on granular materials. *Handbook of Conveying and Handling of Particulate Solids*, 263-270.