

Karbür uçların geri dönüşümü ile kum karıştırıcı prototip üretimi ve montaj tasarımının analizi

Özkan KÜÇÜK^{1*}, Burak ÖZTÜRK², Yusuf Serhat ALTINBİLEK³, Tayeb Taher Kalefa ELFARAH²

¹ Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fak., Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Müh. Böl., Kastamonu

² Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği A.B.D., Kastamonu

³ Yıldız Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği, İstanbul

ARTICLE INFO

Received: November 26, 2016;

Reviewed: December 05, 2016;

Accepted: December 29, 2016

Keywords:

Recycle,
Carbide Insert,
Finite elements method,
Sand mixer,
Knife design,

Sorumlu Yazar:

*E-mail: okucuk@kastamonu.edu.tr

ABSTRACT

Replaceable carbide tips are used in turning machine and milling machine for precision machining in industry. They are going to junk depending on the time and machining type. These recyclable tips are sold to foreign countries for reshape. For sand mixers used in foundries, imported carbide laminates are not produced in Turkey and their costs are very high. This study investigated different types of sand mixer blades. A new type of blade design has been developed that is inspired by research and produced with recycled carbide Insert. It has been produced as a prototype and has a longer lifetime. To develop this design, the prototype was analyzed using the ANSYS program and the finite element method. Strength enhancing changes have been identified.

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

Geri dönüşüm,
Karbür uçlar,
Sonlu elemanlar yöntemi,
Kum karıştırıcı,
Bıçak tasarımı,

Endüstride karbür takma uçlar freze ve torna tezgâhlarında hassas işleme yapmak için kullanılırlar. Zamana ve işleme şekline bağlı olarak ölçü hassasiyeti bozulduktan sonra hurdaya ayrılırlar. Bu uçlar geri dönüşüm malzemesi olarak yurt dışına satılıp yeniden kullanıma uygun hale getirilmektedir. Dökümhanelerde kullanılan kum karıştırıcılar için Türkiye'de üretimi yapılmayan karbür lamalar ithal edilmektedir ve maliyetleri çok yüksektir. Bu çalışma ile farklı tip kum karıştırıcı bıçaklarının tasarımının araştırması yapılmıştır. Araştırmalardan da esinlenilerek geri dönüşüm karbür uçlar ile üretilen yeni bir tip bıçak tasarımı geliştirilmiştir. Prototip olarak üretilmiş olup kullanım ömrü artırılmıştır. Bu tasarımı geliştirmek için prototipin ANSYS programı ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analizi yapılmıştır. Dayanım artırıcı değişimler belirlenmiştir.

1. Giriş

Kum kalıba döküm yapan dökümhanelerde pres ve otomatik makineler ile modelin şekli, derece içerisindeki kuma presleme gücü ile çıkartılır. Dökülen maden sırası ile topuz, cürüflük, yolluk ve modelin şeklini alır. Döküm sürekli olarak yenilendikçe derece bozulur ve kum elenir. Kömür tozu, elenmiş kum ve

çeşitli kimyasal maddeler su ile karıştırılarak istenilen neme sahip döküm kumu elde edilir. Seri üretimde farklı tip kum karıştırıcı ekipmanları kullanılmaktadır. Otomatik hatlarda Şekil 1.a tipi (Çetin Makine) tasarımlar kullanılırken daha ince kum üretimi için ezme sistemli Şekil 1.b (Confield Joseph) tipi tasarımlar kullanılmaktadır. Şekil 1.c (Kum Mikseri) ve Şekil 1.d (Özmaç San) tipi tasarımlar genelde küçük işletmelerde manüel tezgâh olarak kullanılmaktadır. Şekil 1.c tipi tasarımda elmas bıçaklar kullanılırken, Şekil 1.d tipi tasarımda sert metal bıçaklar kumun karışım homojenliğini artırmak için açılı bir tasarım ile kullanılmaktadır. Bu ürünlerden farklı olarak patent araştırılması yapılmış olup farklı tip faydalı modeller incelenmiştir (Hopkins, 1937; Nelson, 1955; Haller, 1978; Frankie, 1981).



Şekil 1. Endüstride kullanılan kum karıştırıcı ekipman çeşitleri

Torna ve freze operasyonlarında kullanılan sert metal uçlar zamana ve kullanıma bağlı olarak aşınır veya kırılabilirler (Şekil 2.b). Kullanım ömrü tamamlanmış bu takma uçlar hurdaya ayrılırlar. Çoğu kesici sert metal takma ucun yüzeyi sadece aşınmıştır veya uç kısmında bir kırık mevcuttur. Hassas talaş kaldırma işlemi için kullanılması uygun değildir. İş parçasının yüzey pürüzlülüğünü kesici takımında yer alan aşınmaya bağlı olarak etkiler. Bu hurdaya ayrılan takımlar yurt dışında yeniden toz haline getirilerek yeni takım üretimi için kullanılabilirler.

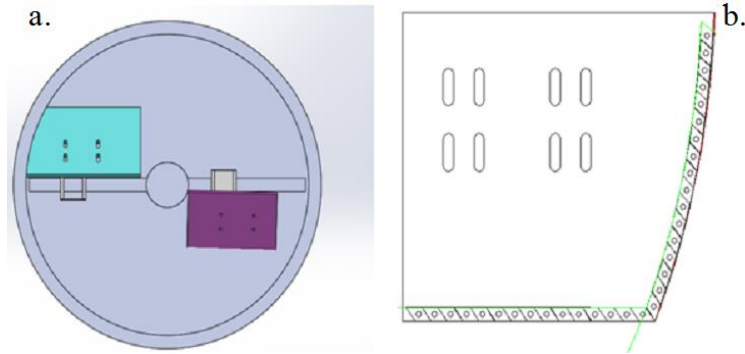
Şekil 1.c tipi bıçak tasarımlarında Şekil 2.a' da yer alan elmas bıçaklar kullanılmaktadır. Ölçüsü 40×10×300 mm'dir. Bu tip bıçakların maliyetleri çok yüksek olup kullanım ömrü 4 aydır ve ithal edilmektedir. Endüstride denenmiş olan sertleştirilmiş metal, sert kaynak ve kauçuk gibi malzemelerin kullanım ömürleri 4 haftayı geçmemiştir. Şekil 2.b' de yer alan atık torna uçlarının dizilmesi sonucunda yeni bir bıçak sistemi tasarımı yapılması hedeflenmiştir (Şekil 3.b).



Şekil 2. a) Uzun elmas bıçaklar b) Hurda torna uçları

Endüstride ve bilimsel araştırmalarda birçok farklı atık ürünün geri dönüşümü ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Vatan, 2002; Guruer ve ark., 2004; Karayazgan, 2005; Çıggin, 2006; Duman, 2010; Kozak, 2010). Tekstil ve otomotiv sanayinde üretilmiş ürünlerin atık tipleri ve geri dönüşümü ile uygulama alanları hakkında araştırma çalışmaları yapılmıştır (Vatan, 2002; Kozak, 2010). Elektrik ve elektronik parçaların geri dönüşümü için tesis tasarımı ve kontrolü konularında çalışmalar yapılmıştır (Çıggin, 2006). İnşaat sektöründe farklı tip malzemelerin geri dönüşümü ve kullanım alanları araştırılmıştır (Guruer ve ark., 2004). Titanyum talaşından titanyum karbür üretilmiş ve sert metal olarak değerlendirilmiştir (Duman, 2010). WC-Co esaslı kesici takım uçlarının elektrolitik geri kazanımı sağlanmıştır (Karayazgan, 2005).

Bu çalışma ile hurda torna uçlarının ikinci bir operasyona gerek kalmadan geri dönüşümünün sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca, üretimi yapılan prototipin sonlu elemanlar yöntemi ile dayanım hesaplamaları yapılarak sert metal uçların ve bağlantı plakasının sürtünme kuvveti dayanımı sonlu elemanlar yöntemi ile araştırılmıştır.



Şekil 3. a) Kum karıştırıcı tasarımı b) Geri dönüşüm ürünlerinin yerleşimi

2. Materyal ve Metot

2.1 Montaj Modelleme

Endüstride yer alan diğer tasarımlar incelendiğinde 70-90° açıda bıçak plakalarının bağlandığı gözlemlenmiştir (Kum Mikseri, 2016). Bu şekil sürtünme kuvvetini artırdığı gibi kumun kalitesini düşürmektedir. Bıçak ömrü bu yüzden de azalmaktadır. Şekil 2.a da yer alan elmas uçlar tutucu çeneler yardımı ile bıçak plakasına bağlanmaktadır. Zamana ve kullanıma bağlı olarak bıçaklarda çatlak oluşumu, çatlak genişliğinde artış ve kırıklar oluşabilir. Tutucu çeneler yetersiz kalır ve elmasın yenisi ile değişimi gerekir.

Atık ürün olarak hurdaya ayrılan elmas uçlar, St52 malzemeden imal edilmiş tutucu gövdeye monte edilmektedir. Endüstride kullanılan Şekil 1.b' de ki tasarım referans alınarak 45° açılı tasarım geliştirilmiştir (Şekil 3.b). Kumun kalitesi bu tasarım geometrisi ile artırılmak istenmiştir. Kum plaka yüzeyinden dönüş yönünün tersine aktarılırken, plaka alanının geniş olmasından dolayı karışımın daha homojen bir yapıya ulaşabileceği düşünülmektedir.

Maksimum sürtünme kuvveti dış çap ve taban süpürmesi yapan bıçakta oluşacağından dolayı, yalnızca dış süpürme bıçağının tasarımı yapılmıştır. Kaynaklı bağlantılar weldment modülü kullanılarak çizilmiştir. Her bir atık takma uç silindirik başlı civata ile bağlanacak şekilde tasarımı yapılmıştır (Şekil 4.a). Zamanla geri dönüşüm elmaslarının aşınması durumunda diğer tasarımda tüm bir elmasın değiştirilmesi gerekirken, yeni tasarımda sadece zarar görmüş baklava dilimi sökölüp yenisi ile değiştirilebilecektir.

2.2 Sonlu Elemanlar Yöntemi

Bıçak bağlantı rotorunun hızı; kumun homojen karışabilmesi için 60 dev/dak hızıyla saat yönünde dönmektedir. Rotor dönüş hareketi 5.5 kW motor kullanılarak sağlanmaktadır. Motor tork hesabı aşağıdaki (1) numaralı formül ile yapılabilmektedir (Bozacı A., İlknur K., Çolak Ö. Ü., 2000).

$$Tork = 9550 \times P/n; \quad (1)$$

$$Tork = 9550 \times 3,5 \text{ kW} / 120 \text{ dev/dak} = 278 \text{ N.m}$$

Burada, P Motor gücü, n ise devirdir. Sert uçlarda oluşan kuvvet; sürtünme kuvveti, (2) numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır (Koç ve Şenel, 2011). μ sürtünme katsayısı olup, çelik kuru yüzeyi için 0,5 olarak seçilmiştir. Momentin 440 mm'de oluşturduğu kuvvet hesabında ise (3) numaralı formül kullanılmıştır. (Bozacı A., İlknur K., Çolak Ö. Ü., 2000).

$$Fs = \mu \times Fn \quad (2)$$

$$Fn = \text{Kuvvet} \times \text{Kuvvet kolu} \quad (3)$$

Burada Fn etkileyen kuvvet, Fs ise sürtünme kuvvetidir.

$$Fn = 278 \text{ N.m} / 0,44 \text{ m}$$

$$Fn = 630 \text{ N' dur}$$

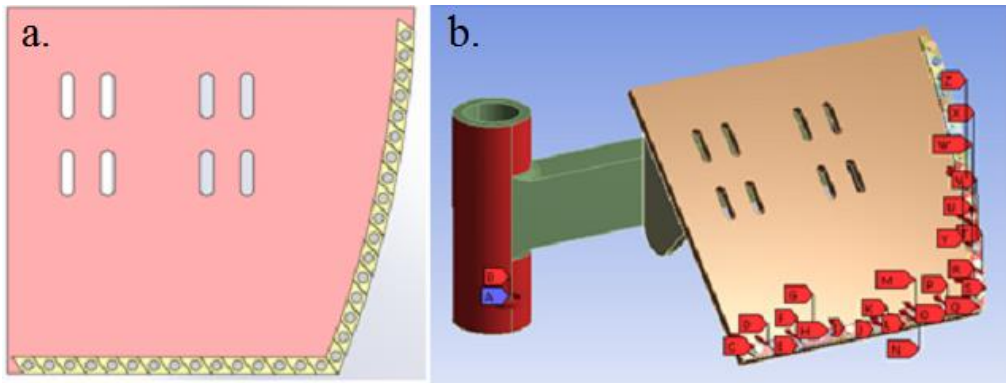
$$Fs = 0,5 \times 630 \text{ N}$$

$$Fs = 315 \text{ N}$$

Tablo 1'de sert metal uçların ve konstrüksiyon malzemelerinin mekanik özellikleri yer almaktadır (Azom, 2016). Bu sabit değerler analiz yapılmak üzere girdi olarak sisteme aktarılmıştır. Hesaplanan kuvvetlerin uygulama yüzeyleri şekil 4.b' de gösterilmiştir.

Tablo 1. Malzemelerin mekanik özellikleri

Adı	Cinsi	Akma Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Elastikiyet Modülü (MPa)	Öz kütle (Kg/m ³)
Bağlantı Malzemeleri	St-52	400	600	200,000	7700
Karbürler	WC-Co %6	1800	1800	600,000	14900

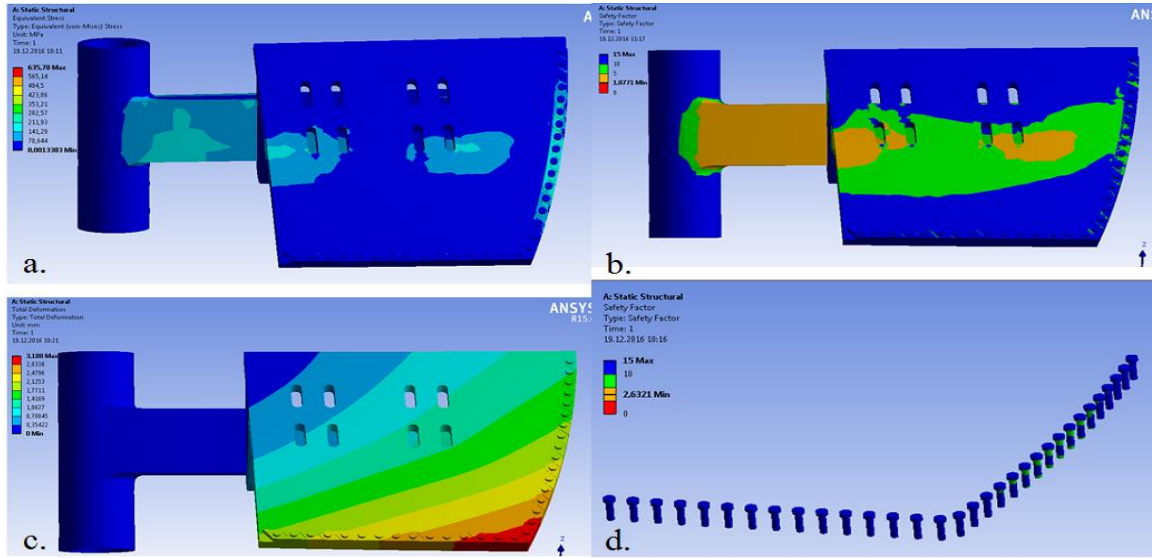


Şekil 4. a) Bıçak tasarımı b) Analiz düzeneği tasarımı

Sonlu elemanlar metodu kullanılarak yapılacak olan analiz çalışmaları sonuçları geliştirilen tasarımın prototip üretimi ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu çalışma ile hem geri dönüşüm hem de endüstriyel bir ürünün tasarımında optimizasyon sağlanmış olacaktır.

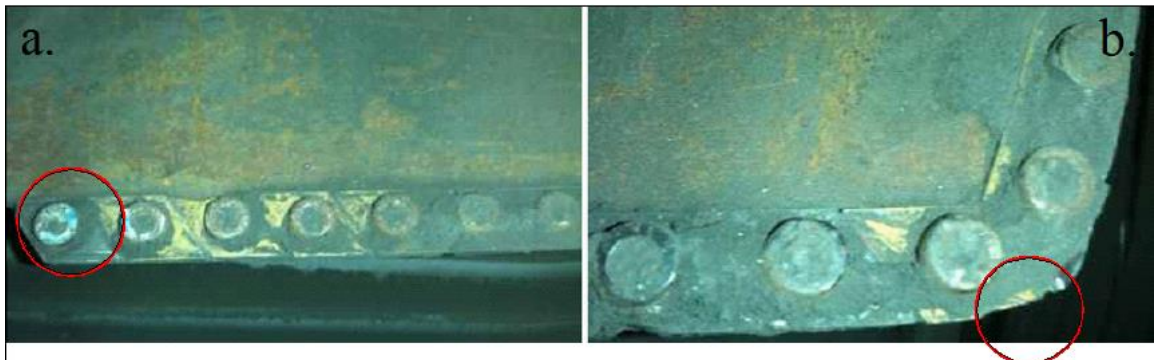
3. Sonuçlar

Kum karıştırıcı bıçağının montaj tasarımının analizi ANSYS programı ile yapılmıştır. Tasarımda maksimum gerilme miktarı 635 MPa olarak yan bıçak bağlantı alanında ve bıçak bağlantı tablasının ortasında gözlenmiştir (Şekil 5.a). Emniyet katsayısı ana tutucu dikdörtgen profilinde 1,07 olarak ölçülmüştür (Şekil 5.b). 440 mm uzunluğundaki kolda 0,6 mm'ye varan elastik deformasyon gözlenmiştir (Şekil 5.c). Cıvata bağlantı yan yüzeyleri emniyet katsayısı 2,6'dır (Şekil 5.d).



Şekil 5. a) Maksimum gerilme miktarı b) emniyet katsayısı c) yer değiştirme d) bağlantı cıvataları emniyet katsayısı

Montaj tasarımı yapılmış makine parçaları plazmada kestirilmiştir. Kesim parçaların imalat resmine göre kaynak işlemleri yapılmıştır. Geri dönüşüm elmas takma uçlar silindirik başlı cıvatalar ile bağlantısı yapılarak dökümhanede kum karıştırma işlemine denenmiştir. Silindirik başlı cıvataların alyan ağzı kısmında aşınmalar gözlemlenmiştir (Şekil 6.a). Şekil 6.b' de gösterildiği üzere ilk kırılmalar küçük miktarda bıçağın uç kısmında gözlemlenmiştir.



Şekil 6. a) Bıçak alt yüzeyi b) uç noktası

4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Yeni bir tip kum karıştırıcı bıçağı tasarımı ile ithal elmas çubukların yerine; hurda kesici takımlar kullanılarak kum karıştırma işlemi yapılabilmektedir. Yeni tip bıçak kum karıştırıcı makinesine montaj edildikten sonra, eski tip bıçak sistemi farklı bir kum karıştırıcıya montajı gerçekleştirilmiştir (Kum mikseri, 2016). Bu iki sistem karşılaştırmalı olarak 30 ay boyunca test edilmiştir. Yeni tip kum karıştırıcı bıçağında sert metal geri dönüşümü dışında farklı olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Kumun kalitesi ve homojenliği artırılmıştır. Elmas bıçak ömrü 4 aydan 12 aya çıkartılmıştır. Ayrıca kırılan takma uçlar yeniden hurda malzeme olarak ayrılmaktadır. Yurt dışına toz üretim hurda malzemesi olarak satılabilmektedir.

Uzun elmas çubuklar sipariş üzerine yurt dışından gelmektedir (Şekil 2.a). Stokta yedek parça gereksinimi vardır. 1 adet elmas çubuk fiyatı 300 Euro'dur. 14 adet takma uç bıçak alt kısmında kullanılmakta olup 8 euro fiyatla hurda takım satıcılarından temin edilebilmektedir (Şekil 2.b). Türkiye'de bu tip bir tasarımı kullanacak en az 300 adet dökümhanenin olduğu tahmin edilmektedir. Her biri yılda 3 kez ithalat ile elde ettiği maliyetli karbür parçalar yerine bu tip bir yerli tasarım kullanarak üretim maliyetlerini azaltabilecektir.

Bu prototip ürünün faydalı model belgesi alındıktan sonra ticarileşmesi istenmektedir. 5 yıllık bir üretim sonunda 1,000,000 euro'yu bulan bir tasarruf öngörülmektedir. Farklı tip makine ekipmanlarının bıçak sistemlerinde de benzer tasarımların ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.

Literatürde farklı tip mazemelerin geri dönüşümü ile ilgili çalışmalar yer almaktadır (Vatan, 2002; Guruer ve ark., 2004; Karayazgan, 2005; Çığgın, 2006; Duman, 2010; Kozak, 2010). Bu çalışma ile hurda ürünlerin kullanım alanları artırılmıştır. Yurt dışına bağımlılığın önüne geçilecektir. Üniversite işbirliği ile sanayide mevcut olan bir problemin giderilmesi sağlanarak katma değer oluşturulmuştur. İmalatın sürekliliğine katkı sağlanmıştır.

Analiz sonuçları incelendiğinde; bıçak bağlantı yüzeyinin orta noktasının emniyetsiz olduğu gözlemlenmiştir. Bu bölgenin güçlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. 1,7 - 3,1 mm elastik deformasyon miktarı sayesinde karıştırıcı bıçaklara gelen herhangi bir çapağın etkisi ile sert metallerin kırılmasının önüne geçilebilecektir. Cıvata bağlantılarının emniyeti 2,6'dır ve dinamik yükleri için en az 5-8 aralığında olması gerekir. Özellikle yan yüzeylerde yer alan uçların bağlantı mekanizmasının farklı bir tip tutucu ile geliştirilebileceği düşünülmektedir.

5. Teşekkürler

Bu çalışmada katkılarından dolayı Konak Rakor çalışanlarına ve yardımlarından dolayı Fehmi Konaktaş'a teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Azom, (2016). <http://www.azom.com/article.aspx>, Aralık 2016
- Bozacı A., İlknur K., Çolak Ö. Ü. (2000), Makine Elemanlarının Projelendirmesi, Çağlayan Kitapevi
- Canfield Joseph (2016). www.canfieldjoseph.com, Kasım 2016
- Çığgın CT. (2006). Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının geri kazanımı için tesis konstrüksiyonu ve sistem parametrelerinin araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Türkiye.
- Çetin Makine (2016). <http://www.cmscetinmakina.com>, Aralık 2016
- Donald M. Frankie (1981). US4304493 A.
- Duman Dilek (2010). Titanyum talaşından titanyum karbür üretimi ve sert metal üretiminde kullanımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Türkiye.
- Fedoryszyn A., Rudy Cz. (2009). Operating characteristics of turbine mixers based on the analysis of power demand of the mixer's drive, Archives of Foundry Engineering, 65-68.

- Guruer C., Akbulut H., Kuruklu G. (2004). İnşaat endüstrisinde geri dönüşüm ve bir hammadde kaynağı olarak farklı yapı malzemelerinin yeniden değerlendirilmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Dergisi, 28-36.
- Hartley Nelson (1955). US2709843 A.
- Karayazgan Nur (2005). WC-Co Esaslı kesici takım uçlarının elektrolitik geri kazanımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Türkiye.
- Koç E., Şenel MC. (2011). Kuru Sürtünme Deneyi Deney Föyü.
- Kozak M. (2010). Tekstil atıkların yapı malzemesi olarak kullanım alanlarının araştırılması, Yapı teknolojileri elektronik dergisi, Cilt (6), 62-70.
- Kum Mikseri (2016). <http://ticiz.com/p53937-kum-mikseriharc-karistirici.html>, Aralık 2016
- Kum Sung Min (2008). Development of the dryer designed for mixture and drying, Dep. Eng. Mech., 327-333.
- Özmaç-San (2016). <http://www.ozmak-san.com.tr>, Aralık 2016
- Robert C Hopkins (1937). US2207011 A.
- Vatan C. (2002). Plastik malzemelerin geri dönüşümü. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Türkiye.
- Walter Haller (1987). US4096587 A.