

YATAY FREZE MAKİNESİ İLE PROFİL İŞLEME SIRASINDA SİPER PARÇASININ HASAR ANALİZİ

Kadir GÖK* ve Yasin KİŞİOĞLU

^{a,*} Dumlupınar Üniversitesi Kütahya Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü

Tel: 0-274-2270450 kadirgok67@hotmail.com Kütahya/TÜRKİYE

^b Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü

Tel: 0-262-3032278 ykisioglu@kocaeli.edu.tr Kocaeli/TÜRKİYE

Özet

Bu çalışmada, ağaç işleme yatay freze profil kesme makinesinin kesici takımının oluşturduğu kesme kuvvetlerinin etkileri iş parçası dayama parçası (siper) üzerinde hem deneysel hem de nümerik olarak incelenmiştir. Siper, yatay freze makinesinde iş parçasını sabitlemek ve pozisyonlamak için kullanılır. Deneysel inceleme, yatay freze makinesi üzerinde yapılmış olup, iş parçası üzerinde profil kesme işlemi esnasında, siperde hasarlar gözlenmiştir. Nümerik incelemede ise, kesme kuvvetlerinin etkileri bilgisayar ortamında sonlu elemanlar destekli gerilme analizi ile hesaplanmıştır. Kesme kuvvetlerinin iş parçası üzerinde dolayısı ile siper üzerinde son derece etkili olduğu gözlenmiştir. Hem deneysel hem de nümerik çalışmalarda, aynı yerlerde hasarlar meydana gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağaç işleme, yatay freze makinesi, siper parçası, sonlu elemanlar metodu.

1. Giriş

Yatay freze makineleri bir ağaç işleme tezgâhı olup yapılacak işleme, kullanılan kesiciye, malzeme cinsine göre farklı adlandırılırlar. Bu çalışma da dikkate alınan freze tezgâhında kesici takım olarak genellikle profil freze çakısı kullanıldığı için, bu makine profil kesme makinesi olarak da adlandırılmaktadır. Çalışma prensiplerine ve işleme şartlarına göre, makineler tam veya yarı otomatik özelliklere sahiptir. Yarı otomatik makinelerde, iş parçası yükleme ve boşaltma işlemi manual olarak yapılır ancak diğer işlemler otomatik olarak yapılır. Yatay freze makinelerinin motor ve motor mili iş tablasının altında olduğundan alt freze olarak da adlandırılırlar. Bu makinelerde, ağaç malzemelerine lamba, kuniş, kordon, pah, kırlangıç kuyruğu, kanal ve kızak gibi çok amaçlı profil şekillendirme işlemleri yapılabilir. Bu işlemleri yapabilmek için, iş parçası iş tablası üzerinde uygun pozisyonda yerleştirilir ve bir sipere dayandırılır. İşleme esnasında kesici takım tarafından üretilen kesme kuvvetlerini önlemek amacı ile iş parçası siper tarafından desteklenir. Kesici takım tarafından üretilen kesme kuvvetleri doğrudan iş parçasına ve dolayısı ile sipere aktarılır. Siper, yatay freze tezgahın en önemli elemanlarından biri olup, onun sabit ve hareketli tipleri vardır. Yatay freze makinesinin temel elemanlarından birisi siperlerdir. Sabit ve hareketli olmak üzere 2 tipleri vardır. Sabit siperler, işlenen parçanın dayanarak kesiciye göre belirli bir uzaklıkta ve doğrultuda ilerlemesini sağlarken, hareketli siperler ise işlenecek parçanın belirli bir doğrultuda kesiciye verilmesi için kullanılırlar [1]. Profil kesme esnasında kesici takımların ürettiği ortogonal kesme kuvvetleri iş parçası ve siper üzerinde gerilme ve deformasyonlara sebep olurlar. Bu kuvvetlerin bir kısmı iş parçası üzerinde etkili olurken kalanı ise siper üzerinde absorbe edilirler.

Ağaç işleme freze makinelerinin siper parçalarının hasarı hakkında çok fazla bilgi yoktur fakat bağlantı çubuk desteği ve fikstür tasarımı hakkında bazı çalışmalar ortaya çıkmıştır. Bošnjak vd. [2], kepçe tekerlekli ekskavörün bağlantı çubuk desteğinin hasar analizini yapmışlar ve sonlu elemanlar analizini kullanmışlardır. Momcilovic vd. [3], 28MW'lık yatay hidro türbin milinin hasar analizini sayısal hesaplamalara dayalı olarak gerçekleştirmişlerdir. Bayrakçeken ve ark., bir otomobil motorunun kam milinin kırılma analizini yapmışlardır. Hasar sebebini belirlemek için bir sonlu eleman gerilme analizi yanı sıra birkaç deneysel çalışmayı gerçekleştirmişlerdir [4]. Görüldüğü gibi yatay freze makinesinin siperinin hasar analizi ile ilgili herhangi bir çalışma yoktur.

Bu çalışmada, kesme kuvvetlerinin etkisinde, yatay freze makinesinin siperi deneysel ve bilgisayar destekli olarak analiz edilmiştir. Deneysel çalışmalar, Şekil 1 de görülen ağaç işleme makinesi üzerinde yapılmış olup, siper parçasındaki hasarlar gözlenmiştir (Şekil 2). Bilgisayar destekli simülasyonlar ile deneysel çalışmaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre, hasarların benzer bölgelerde ortaya çıktığı saptanmıştır.

2. Deneysel Prosedür

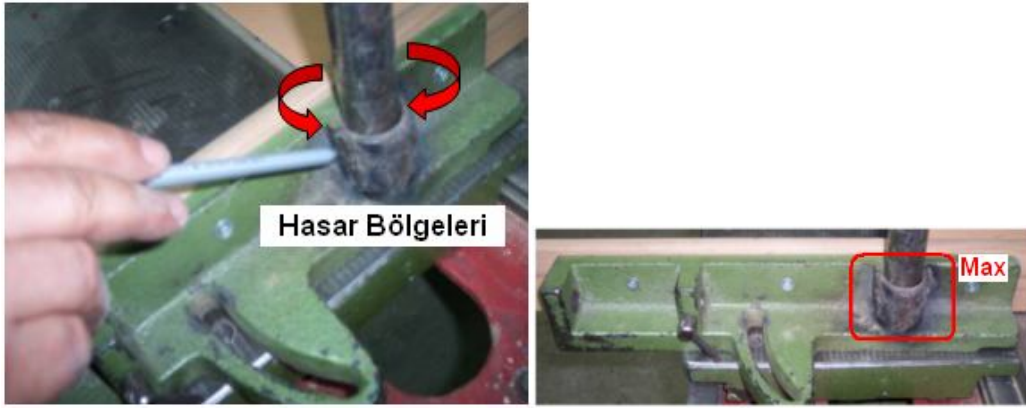
Deneysel çalışmada 2.5 kw gücünde Netmak marka bir tezgah kullanılmıştır. Profil kesme işleminde kullanılan kesme parametreleri [1] literatürden yararlanılarak hesaplandı. İş parçasını profil olarak frezelemek için tezgah gücü 2.5 kW, tezgah besleme oranı 10m/dk, kesme hızı 8.31m/sn, 55mm çapında profil çakısı ve motor devir sayısı 2890dv/dk olarak seçilmiştir. Çalışmada, ağaç malzemesi olarak meşe ağacı kullanılırken, kesici bıçak için takım çeliği kullanılmıştır. Meşe ağacının elastikiyet modülü 11 GPa [5] iken, kesici bıçağın elastikiyet modülü 210 GPa ve poisson oranı 0.29 dur [6]. Siper parçası ise dökme demirden imal edilmiştir. Siper parçası (Şekil 3) ve kesici takımın mekanik özellikleri Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 1 Siper ve kesici takımın malzemelerinin mekanik özellikleri [7].

Malzeme Özellikleri	Siper Parçası	Kesici Takım
Elastiklik Modülü (GPa)	110	200
Poisson Oranı (ν)	0.28	0.3



Şekil 1. Yatay freze makinesi



Şekil 2. Hareketli siper üzerinde oluşan hasar bölgesi



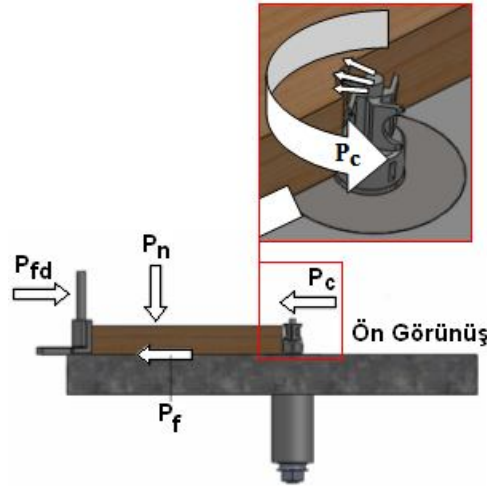
Şekil 3. Hareketli siper

2.1. Kesme Kuvvetlerinin Belirlenmesi

Şekil 4. de yatay freze makinesi ile profil işleme sırasında iş parçası üzerinde meydana gelen kuvvetler görülmektedir. Bu kuvvetler, iş parçasına uygulanan basınç kuvveti (P_n), destek yoluyla iş parçasına uygulanan besleme kuvveti (P_{fd}), kesici takım tarafından iş parçasına uygulanan teğetsel kuvvet (P_c) ve sürtünme kuvvetidir (P_f). μ ise sürtünme katsayısı olup bu çalışmada meşe ağacı kullanıldığı için 0.35 olarak hesaba katılmıştır [1]. Eşitlik 1 ve 2 de bu kuvvetlerin vektörel olarak toplamı verilmiştir. Belirlenen kesme kuvvetleri ve deney parametreleri ile profil kesme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kesme işlemi sırasında siper parçasında hasarlar meydana gelmiştir. Bu işlemler tam 3 kez farklı siper parçaları kullanılarak gerçekleştirilmiş ve siper parçalarının benzer bölgelerinde hasarlar meydana geldiği gözlemlenmiştir.

$$P_{fd} = P_c + P_f = P_c + \mu P_n \quad (1)$$

$$P_f = \mu P_n \quad (2)$$

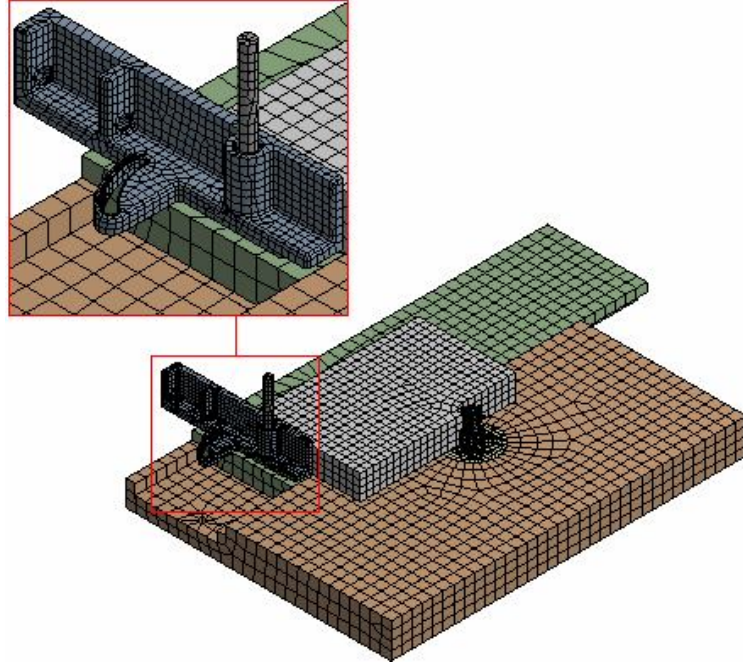


Şekil 4. İş parçası üzerinde oluşan kesme kuvvetleri

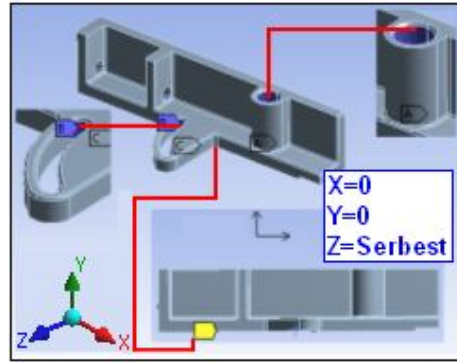
3. Bilgisayar Destekli Sonlu Elemanlar Modeli

3.1. Yükleme ve Sınır Şartlarının Belirlenmesi

Muhtemel hasar oluşum sebebi incelenmek istenen siper parçası ve diğer elemanların, 3 boyutlu modelleri SolidWorks programında modellenmiş ve iges formatında kaydedildikten sonra ANSYSWorkbench programında analizi yapılmıştır. ANSYSWorkbench programı ile yatay freze makinesinde bulunan elemanlara Hex Dominant eleman tipi seçilerek mesh (ağ) işlemi uygulanmıştır. Ağ için eleman boyutları her eleman için farklı olarak kullanılmıştır. En küçük eleman boyutu 10mm olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda elemanlar arasındaki temas bölgeleri bonded temas türünde program tarafından belirlenmiştir. Ek olarak, iş parçası ve tezgah tablası arasında 0.35 değerinde bir sürtünme katsayısı uygulanmıştır. Son olarak hesaplanan kesme kuvvetleri iş parçası üzerine uygulanmıştır. Siper parçası ve diğer elemanların AnsysWorkbench ortamındaki ağ yapısı Şekil 5' de görülmektedir. Ağ işleminde, tüm parçalarda 25171 düğüm ve 11210 eleman kullanılmıştır. Uygulanan sınır şartları Şekil 6' da görülmektedir.

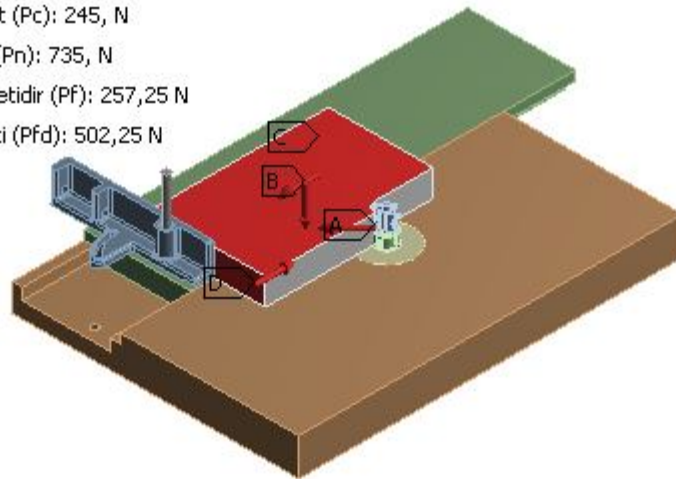


Şekil 5. Yatay freze makinesi ağ yapısı



a)

- A** Teğetsel kuvvet (P_c): 245, N
- B** Basınç kuvveti (P_n): 735, N
- C** Sürtünme kuvvetidir (P_f): 257,25 N
- D** Besleme kuvveti (P_{fd}): 502,25 N

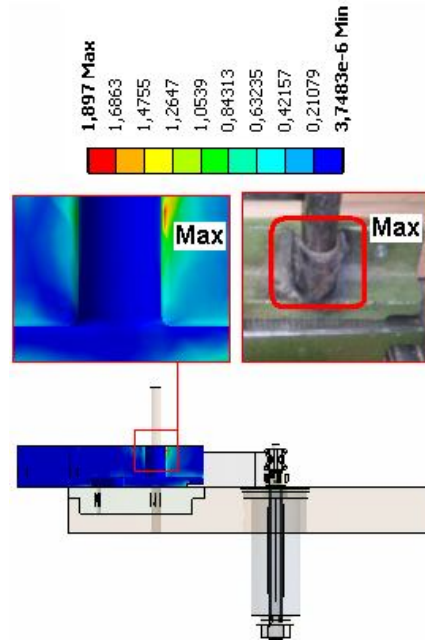


b)

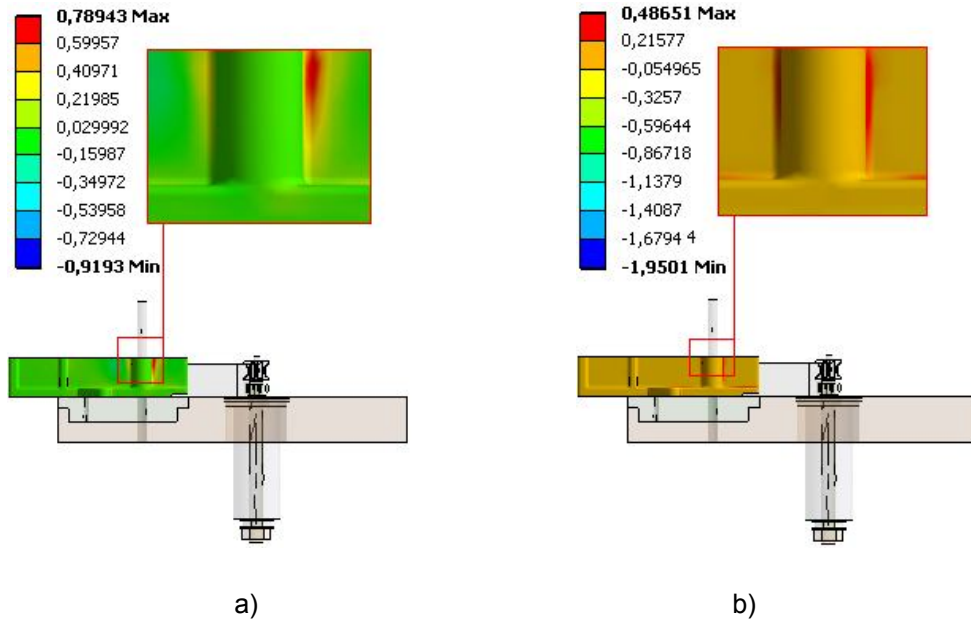
Şekil 6. Siper parçasına uygulanan sınır şartları, a) sabitlenen yüzeyler, b) uygulanan kuvvetler

3.2. Siper Parçasında Meydana Gelen Gerilme Dağılımı

Sınır şartları uygulandıktan sonra, analiz çözdürülüp siper parçası üzerinde meydana gelen gerilme dağılımı elde edilmiştir. Siper parçası üzerinde meydana gelen eş değer gerilmelerin hem analiz hem de kesme sırasında aynı bölgelerde olduğu tespit edilmiştir. Kesme sırasında oluşan hasar bölgeleri ve analiz sonucunda oluşan maksimum eş değer gerilmeler Şekil 7’ de görülmektedir. Hasara uğrayan bölgede meydana gelen maksimum eşdeğer gerilme **1.897 MPa** iken dökme demirin akma dayanımı ise **130 MPa [8]**’ dir. Siper parçası üzerinde meydana gelen gerilme değeri malzemenin akma dayanımından çok düşüktür. Buna ek olarak, hasarlı bölgede X ve Y yönlerinde oluşan normal gerilmeler hesaplatılmıştır. X yönünde oluşan normal gerilme (Gx) **0.789 MPa** iken, Y yönünde oluşan normal gerilme (Gy) **0.486 MPa**’ dir. X ve Y yönlerinde oluşan normal gerilmeler Şekil 8’ de görülmektedir.



Şekil 7. Çalışmada elde edilen hasar bölgesi



Şekil 8. Hasar bölgesinde oluşan gerilme bileşenleri, a) Gx, b) Gy.

4. Değerlendirme

Bu çalışmada, ağaç kesme yatay freze tezgahına ait hareketli siper (dayama) parçasında oluşan hasar analizi hem deneysel hem de sonlu elemanlar destekli bilgisayar ortamında analiz edilmiştir. Ağaç kesme yatay freze tezgahında kullanılan hareketli dayama parçası profil işleme esnasında kırılarak hasar uğramıştır. Yatay freze tezgahında kullanılan profil işleme şartları ve parametreleri kullanılarak Sonlu elemanlar destekli bilgisayar programı, ANSYSWorkbench, yardımı ile simüle edilmiştir. Bilgisayar ortamında yapılan çalışma anlık yüklemeye statik analiz olarak yapılmıştır. Her iki uygulamada elde edilen sonuçlara göre hareketli siper parçası aynı bölgede hasara uğramıştır.

Öte yandan, ağaç kesme yatay freze tezgahı siper parçası değişken zorlamalara ve buna bağlı olarak kesici takımın oluşturduğu tırlama titreşimlerine maruz kalmaktadır. Bu çalışmada bunlar dikkate alınmamıştır, ancak, bu siper parçasında meydana gelen hasarın yorulma analizi ve buna bağlı olarak siper parçasının yeniden tasarımı çalışmaları devam etmektedir.

Kaynaklar

- [1] İlhan, R., Burdurlu, E., Baykan, İ., Ağaç işlerinde kesme teorisi ve mobilya endüstrisi makinaları, Bizim Büro Basımevi, 1990, Ankara.
- [2] Bošnjak, S., Zrnic, N., Simonovic, A., Momc'ilovic, D., Failure analysis of the end eye connection of the bucket wheel excavator portal tie-rod support, Engineering Failure Analysis, 16, 2009, 740–750.
- [3] Momc'ilovic, D., Odanovic, Z., Mitrovic, R., Atanasovska, I., Vuherer, T., Failure analysis of hydraulic turbine shaft, Engineering Failure Analysis, 20, March 2012, 54–66.
- [4] Bayrakceken, H., Ucu, İ., Tasgetiren, S., Fracture analysis of a camshaft made from nodular cast iron, engineering failure analysis 13, 2006, 1240–1245.
- [5] http://www.engineeringtoolbox.com/young-modulus-d_417.html (2010)
- [6] <http://www.memsnets.org/material/toolsteel> (2010)
- [7] AnsysWorkbench Material Library (2010)
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/ultimate_tensile_strength
- [9] Akkurt, M., Makine Elemanları Cilt: I-II, Birsen Yayınevi Ltd. Şti., 2005, İstanbul.