



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

FARKLI DEVİR SAYILARINDA DÖNEBİLEN
KARIŞTIRICI ÇUBUK TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

AYŞE TEKER
AYŞE ÖZLEYEN

HAZİRAN 2021

TRABZON



T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**FARKLI DEVİR SAYILARINDA DÖNEBİLEN
KARIŞTIRICI ÇUBUK TASARIMI**

AYŞE TEKER

AYŞE ÖZLEYEN

Jüri Üyeleri

Danışman: PROF. DR. YÜCEL ÖZMEN

Danışman: PROF. DR. ERTAN BAYDAR

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

HAZİRAN 2021

TRABZON

ÖNSÖZ

İnşaat sektöründe kullanılması amaçlanan farklı devir sayılarında dönebilen karıştırıcı uç tasarımında gerekli olan bilgiler bu tezde mevcuttur. Bu tasarımı seçmemizdeki en büyük etken karıştırıcılara duyulan ihtiyaçtır. Yapılan bu çalışma sayesinde karıştırıcıları bir ileri seviyeye taşıyabileceğimizi düşünüyoruz.

Projenin araştırılmasında ve geliştirilmesinde bize sağladıkları bilgiler için Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine bölümü akademik danışmanlarımız Prof. Dr. Yücel Özmen ve Prof. Dr. Ertan Baydar hocalarımıza çok teşekkür ederiz.

Eğitimimiz süresinde bizden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ailelerimize sevgi ve saygılarımızı sunarız.

Ayşe Teker

Ayşe Özleyen

Trabzon 2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ	X
1. AMAÇ ve KAPSAM.....	12
1.1 Giriş	12
1.2 Literatür Taraması.....	12
1.2.1 Karıştırma Nedir?	12
1.2.2. Karıştırmaya Etki Eden Faktörler	2
1.2.2.1 Karıştırma Sıcaklığı.....	3
1.2.2.2 Karıştırma Süresi.....	3
1.2.2.3 Karıştırıcı Tipi.....	4
1.2.2.4 Devir Sayısı.....	4
1.2.3. Karıştırıcı çeşitleri	15
1.2.3.1 Türbin Tipi Karıştırıcı.....	4
1.2.3.2. Pervaneli karıştırıcı.....	5
1.2.3.3. Uçkur tip karıştırıcı.....	7
1.2.4 Karıştırıcı Tasarım Seçim Kriterleri	8
1.2.4.1 DC Motor.....	8
1.2.4.2 Karıştırıcı Uç.....	10
1.2.4.3 Dişli Kutusu.....	10
1.2 Kısıtlar ve Koşullar	21
2. HAFTALIK ÇALIŞMA PROGRAMI	22
3. MÜHENDİSLİK HESAPLAMALARI.....	23
3.1 Malzeme Seçimi	23
3.2 Teğetsel Kuvvet	27
3.3 Yüzey Basıncı Kontrolü	27
4 TASARIM İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	29

4.1 Tasarımda Kullanılan Parçalar	29
4.1.1 DC Motor.....	19
4.1.2 Karıştırıcı Uç.....	21
4.1.3 DC Motor Sürücü.....	21
4.2 Tasarımın Montajlanması.....	22
5. ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ	24
6. MALİYET HESABI.....	24
7. SONUÇLAR.....	25
8. KAYNAKÇA	26
8. EKLER	27
Ek 1. Tasarımın şematik görünümü.....	27
Ek 2. Dişli teknik çizimi	27
Ek 3. Millerin teknik çizimi.....	29
Ek 4. Dişli Montajı teknik resmi.....	30

ÖZET

Karıştırıcılar teknikte pek çok sahada kullanım alanına sahiptirler. Karıştırıcıların en temel görevi kimyasal veya fiziksel değişim meydana getirmektir. Bu durum göz önüne alınırsa karıştırıcı imal etmek için kimyasal ve fiziksel temel bilgiler sahip olmak gerekir. Karıştırıcı cihazlara birçok sanayi kesiminde (ilaç, gıda, seramik, vb.) ihtiyaç duyulmaktadır bu sebeple her geçen gün gelişmekte olan karıştırıcılara ait temel bilgilerde ihtiyaçlar oranında değişmekte ve gelişmektedir. Doğada bulunup geliştirilen ürünlerin sanayide kullanılabilmesi için karıştırıcılar değişik şekillerde dizayn edilmektedir. Karışımların çoğu sıvı-sıvı ya da katı-sıvı karışımlardan oluştuğu için araştırmalar bu karışımlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Karışımı oluşturan maddelerin fiziksel özelliklerine göre gerekli güç ihtiyacı, kanat ve karıştırıcı tipi seçimi, mukavemet hesaplamaları konuyu oluşturan temel ilkelerdir.

Bu bitirme tezinde farklı devir sayılarında dönebilen karıştırıcı çubuk incelendi. Yapılan bu çalışmada çevresel etkiler, maliyet hesabı, literatür taraması, tasarım çalışmasına ulaşılabilir. Bu şekilde yapılan araştırmaların artması bilgi yetersizliğini ortadan kaldırırken aynı zamanda karıştırma prosesinde yaşanan problemlerin azalmasında önemli rol oynuyor.

ABSTRACT

Mixers have many areas of usage. The most fundamental task of the mixers is to generate chemical or physical conversion. Considering this situation, one has to have fundamental chemical and physical knowledge in order to produce a mixer. Mixer devices are needed in many industry fields (medicine, food, ceramic etc.), therefore, fundamental knowledge which is related to mixers developing each day is changing and improving at the rate of need. In order to use the products in industry, which are found in nature and then developed, the mixers are designed in varied ways. Since many of the mixtures are composed of liquid-liquid or solid-liquid mixtures, the searches have concentrated upon these mixtures. In accordance with the physical characteristics of the ingredients that make up the mixture, required power necessity, wing and mixer type selection, resistance calculations are the main principles of the subject.

In this thesis, stirring rod rotating at different speeds has been examined. Environmental factors, cost, literature scanning, design work can be reached in this research. The increase of this kind of researches annihilates the lack of knowledge and it plays an important role in the decrease of the problems in mixture process at the same time.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa no

Şekil 1.1 İki farklı toz kümesi	1
Şekil 1.2 İdeal karışmış toz kümesi.....	2
Şekil 1.3 Rastgele toz kümesi.....	2
Şekil1.4 Isıtıcılı (caket) reaktör.....	3
Şekil 1.5 Sıcaklık kontrol cihazı.....	3
Şekil 1.6 Karıştırma süresinin saat veya kronometre ile kontrolü.....	3
Şekil1.7 Zaman rölesi.....	4
Şekil 1.8 Türbin tip karıştırıcının reaktör içindeki konumu.....	5
Şekil 1.9 Kanatçık tipleri.....	5
Şekil 1.10 Sıvı merkezkaç kuvvetinin etkisi ve sıvı hareket katmanları.....	5
Şekil 1.11 Akım kırıcı kanatçıklar.....	6
Şekil 1.12 Uçkur tip karıştırıcı.....	6
Şekil 1.13 Yoğurma makinesi.....	7
Şekil 1.14 Kuru Karıştırıcı.....	7
Şekil 1.15 DC motor rotoru.....	8
Şekil 1.16 DC motor statoru.....	9
Şekil 1.17 DC Motoru çalışma prensibi.....	9
Şekil 1.8 Karıştırıcı uç modelleri.....	10
Şekil 1.19 Dispersiyon Ünitesi.....	11
Şekil4.1 Kömürler, koruyucu düğmeler ve yuvadaki konumları.....	19
Şekil4.2 Yuvaya oturtulan stator ve kapa.....	19
Şekil 4.3 Redüktör ve rotor.....	20
Şekil 4.4 Montajlanmış hali.....	20
Şekil4.5 Karıştırıcı uç ve uzatma mili.....	21

Şekil 4.6 DC motor sürücü devresi.....	21
Şekil 4.7 Tasarımda kullanılan DC devre sürücü.....	22
Şekil 4.8 Tasarımın alttan görünüşü.....	22
Şekil 4.9 Tasarımın yandan görünüşü.....	23
Şekil 4.10 Tasarımın üstten görünüşü.....	23

SEMBOLLER DİZİNİ

Z	: Dişli sayısı
X_{1-2}	: Profil kaydırma miktarı
P_{HD}	: Sürekli yüzey basıncı mukavemet sınırı
d_0	: Aksimat dairesi
d_f	: Diş dibi dairesi
d_b	: Diş başı dairesi
M	: Modül
ψ_d	: Dişli çarkın durumuna göre genişlik faktörü
ψ_m	: Dişli çarkın kalitesi ve yakalama durumuna göre genişlik faktörü
σ_D	: Sürekli mukavemet sınırı
σ	: Yatak gerilmesi
σ_{emn}	: Emniyet normal yatak gerilmesi
τ	: Kayma gerilmesi
τ_{em}	: Emniyet normal kayma gerilmesi
τ_{AK}	: Akma normal kayma gerilmesi
S	: Emniyet katsayısı
E	: Elastite modülü
HB	: Sertlik değeri
n	: Devir sayısı
W	: Güç

F	: Kuvvet
h_t	: Dış taban yüksekliği
K_a	: Yuvarlanma noktası faktörü
K_b	: Boyut faktörü
K_c	: Çentik faktörü
K_f	: Dış formu faktörü
K_m	: Yük dağılım faktörü
K_E	: Elastiklik ya da malzeme faktörü
K_i	: Çevrim oranı faktörü
K_{LO}	: Ömür faktörü
K_R	: Güvenilirlik faktörü
K_γ	: Yüzey pürüzlülüğü
K_z	: Zorlanma faktörü
K_T	: Sıcaklık faktörü
K_o	: Çalışma faktörü
K_v	: Hız faktörü

1. AMAÇ ve KAPSAM

Farklı devir sayılarında dönebilen karıştırıcı çubuğu günümüzde kullanılan halinden daha iyi hale getirilmesi amaçlanmıştır. Malzeme seçimlerine ve maliyete dikkat edilip hesaplamalar da bu yönde yapılmıştır.

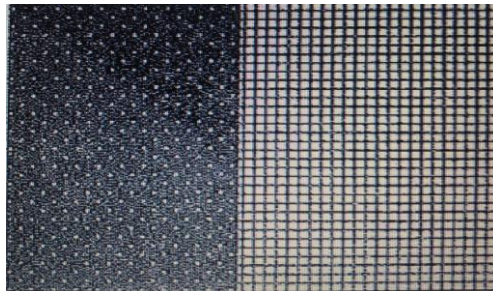
1.1 Giriş

Geçmişten günümüze kadar gelen bu süreçte; tabiatta katı, sıvı ve gaz halde bulunan maddelerin karıştırılmaları araştırılarak bir standart oluşturulmak istenmiştir. Bunun sebebiyle çeşitli türlerde karıştırıcılar icat edilmiştir. Farklı en az iki maddenin birleştirilmesine karıştırma, bu olayı gerçekleştiren cihazlara da karıştırıcı denir. Karıştırmada en çok üzerinde durulan mevzular karıştırma işleminin süresi ve homojenliğidir. Karışımın homojenliği ne kadar yüksek ve karıştırıcının çalışma süresi ne kadar az ise o karıştırıcının performansı o kadar yüksektir. İlk karıştırıcıyı bundan nerdeyse yüzyıllar önce Ohio’lu bir mühendis olan Herbert Johnson, evde kullanıma uygun yumurta çırpıcı olan H5’i geliştirdi. O günden bugüne evlerimizde mutfaklarda, fırınlarda hamur yoğurma makinelerinde, inşaatlarda, fabrikalarda ve daha birçok alanda karıştırıcıları kullanılır. Dolayısıyla bu kadar çok kullanılan bir makinenin geliştirilmesi ve daha verimli olarak tasarlanıp kullanılması imalat amaçlı veya üretim safhasında bu makineleri kullanan firmalar için yüksek önem arz etmektedir.

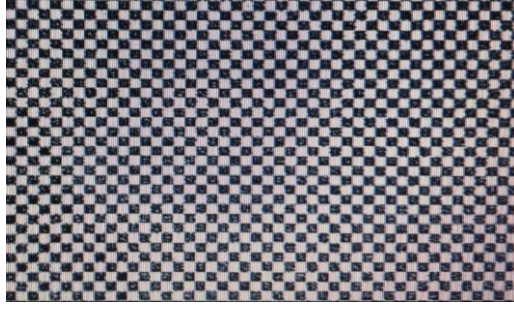
1.2 Literatür Taraması

1.2.1 Karıştırma Nedir?

Tozların ya da çözücülerin birbirleriyle mümkün olduğu kadar iyice ve tam olana kadar birbirinin içinde dağıtılması işlemine karıştırma denir. Hazırlanan homojen sisteme karışım denir. Karışımın homojenliği ne kadar yüksek ve karıştırıcının çalışma süresi ne kadar az ise o karıştırıcının performansı o kadar yüksektir. Peki ideal bir karışım nasıldır? Bunu bir örnekle açıklamaya çalışalım: Elimizde aynı miktar ve büyüklükte iki farklı toz kümesinin olduğu düşünelim. Bu toz kümeleri karıştırılmadan önce Şekil 1.1.’de görüldüğü gibidir.



Şekil 1.1. İki farklı toz kümesi



Şekil 1.2. İdeal karışmış toz kümesi



Şekil 1.3. Rastgele toz kümesi

Şekil 1.2.'deki karışımda, her bir toz taneciği diğer toz taneciğine dokunur. Fakat bu karışım gerçekte elde edilemez. Gerçekte elde edebileceğimiz Şekil 1.3.'te de görüldüğü gibi rastgele karışımdır. Bu karışımın elde edilmesinde toz taneciklerinin şekli ve sayısı da karıştırma işi için önemli bir etkidir. Karıştırmanın performansını belirlerken, karışacak maddelerin birbirleri arasındaki eş dağılım derecesi, temel örnekler göz önüne alınıp karşılaştırıldığı zaman kolayca açıklanabilmektedir.

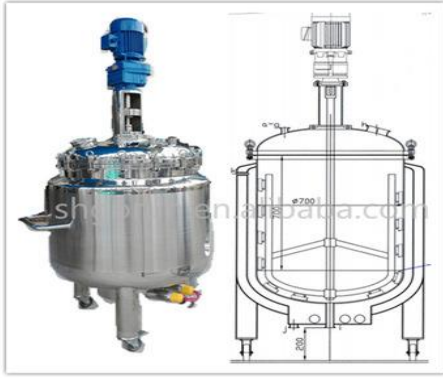
Karıştırma işleminin amacı:

1. Birbirleriyle karışabilen iki veya daha fazla sayıda sıvı ya da toz maddelerin karıştırılması,
2. Bir sıvı içinde çözünmeyen katı partiküllerin (süspansiyon gibi) karıştırılması,
3. Emülsiyon, süspansiyon, sıvı, merhem gibi bir taşıyıcı içinde partiküllerin dağıtılmasıdır.

1.2.2. Karıştırma Etki Eden Faktörler

1.2.2.1. Karıştırma sıcaklığı

Sıcaklık ile maddelerin çözünürlüğü doğru orantılıdır. Diğer bir deyişle sıcaklık arttıkça maddeler daha hızlı karışır. Bu sebeple yüksek viskozitesi olan sıvıların viskozitelerini aşağı indirmek için Şekil 1.4.'te görüldüğü gibi caket ile ısıtılabilir. Böylece karışım süresi kısalmış olup güçten de tasarruf edilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus verilecek ısının maddelerin ve karıştırma neticesinde oluşacak yeni maddenin yapısını bozmayacak bir sıcaklıkta olması gerekmektedir. Maddelerin arasındaki kimyasal reaksiyonlarla da ısı açığa çıkabilmektedir. Bu yüzden Şekil 1.5.'deki gibi bir cihaz ile sıcaklık kontrol edilmelidir.



Şekil 1.4. Isıtıcılı (caket) reaktör



Şekil 1.5. Sıcaklık kontrol cihazı

1.2.2.2. Karıştırma süresi

Yukarıda da belirtildiği gibi karıştırmada en kritik öneme sahip konulardan birisi kuşkusuz karışımın süresidir. Karıştırıcının karışımı istenilen homojenlik düzeyinde ne kadar sürede karıştırabildiğini belirlemek için birtakım testler yapılması gerekmektedir. Küçük işletmelerde ve fabrikalarda Şekil 1.6.'daki gibi kronometre veya Şekil 1.7.'deki gibi zaman röleleri kullanılmaktadır



Şekil 1.6. Karıştırma süresinin saat veya kronometre ile kontrolü



Şekil 1.7. Zaman rölesi

1.2.2.3. Karıştırıcı tipi

Karıştırıcı tipi seçilirken belli başlı bir kuralı olmamaktadır. Daha çok tecrübeden yararlanılmaktadır. En kolay ve homojen yapılabilen karışımlar sıvı-sıvı karışımlarıdır. Katı ve gaz olan karışımları karıştırmak zor olduğu gibi sarf edilen güç yüksek olmasına rağmen homojenlik oranları düşük olmaktadır. Bu sebeple eğer karışım maddelerimiz sıvı değil de katı ve gaz ise bunları sıvılaştırmak işimizi kolaylaştırmaktadır.

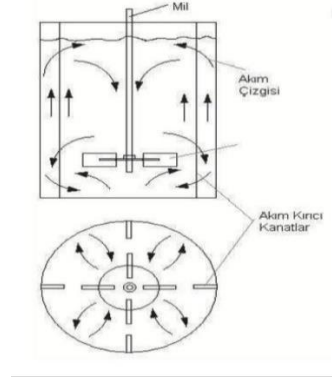
1.2.2.4. Devir sayısı

Devir sayısı, karıştırıcının 1 dakika süresince kendi etrafındaki dönüş sayısıdır. İstedığımız yoğunluktaki ve sürede karışımı elde edebilmemiz için karıştırıcının belirli bir devir sayısında dönmesi gerekir. Düşük devir sayısı karışımın istenilen sürede ve homojenlikte olmamasının yanında fazladan güç harcayarak maliyet kayıplarına neden olmaktadır. Yüksek devir sayısında ise karışımın kabın dışına savrulmasına veya taşmasına sebep olur. Bu yüzden karıştırıcıyı karışım için en uygun devir sayısında çalıştırılması gerekmektedir. Son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde artık karıştırıcıların devir sayısı kontrol edilebilmektedir. Bu faktörler de göz önünde bulundurularak ve karıştırılacak maddelerin özellikleri de dikkate alınarak en uygun karıştırıcı tipi tespit edilir.

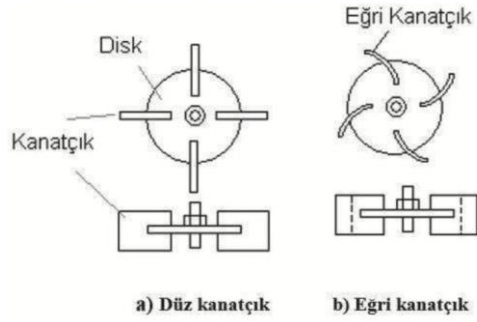
1.2.3. Karıştırıcı çeşitleri

1.2.3.1. Türbin tip karıştırıcı

Genel olarak bu karıştırıcılar sıvı-sıvı karışımlarında kullanılmaktadır. Şekil 1.8.'deki gibi motorun ucundaki mile bağlı plakaya dikey kanatlar eklenmesiyle oluşan karıştırıcı tipidir. Şekil 1.9.'da düz ve eğri kanatçıklı tipleri gösterilmektedir.



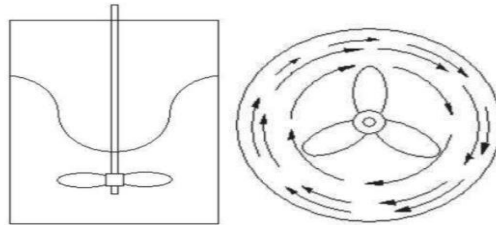
Şekil 1.8. Türbin tip karıştırıcının reaktör içindeki konumu



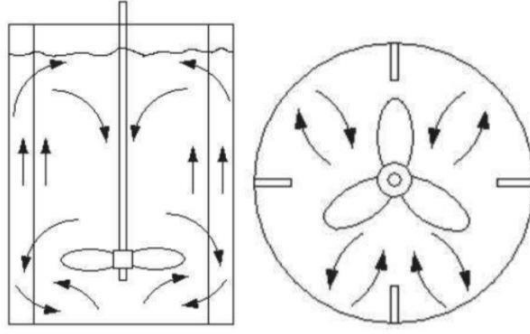
Şekil 1.9. Kanatçık tipleri

1.2.3.2. Pervaneli karıştırıcı

Özellikle gemilerde kullanılan pervaneler, Şekil 1.10.'da görüldüğü gibi döndüğünde oluşan merkez kaç kuvveti ile sıvı kenarlara doğru taşmaktadır. Bunu önlemek için Şekil 1.11.'de gösterilen akım kırıcı kanatçıklar kabın kenarlarına yerleştirmiştir. Kanatçıklar sayesinde sıvı katmanlar yerine türbülanslı olarak hareket etmektedir.



Şekil 1.10. Sıvı merkezkaç kuvvetinin etkisi ve sıvı hareket katmanları



Şekil 1.11. Akım kırıcı kanatçıklar

1.2.3.3. Uçkur tip karıştırıcı

Uçkur tip karıştırıcıların devir sayıları diğerlerine göre daha düşük olduğundan karıştırma süresi de daha uzundur. Şekil 1.12.'de gösterilen bu karıştırıcıyı daha çok yavaş karıştırılması istenilen sıvılarda kullanılır.



Şekil 1.12. Uçkur tip karıştırıcı

1.2.4 Karıştırıcı Tasarım Seçim Kriterleri

Yapılmak istenen bu tasarımda pervaneli karıştırıcı tipi esas alınmıştır. Buna uygun tasarım seçim kriterleri başlıklar şeklinde açıklanmıştır.

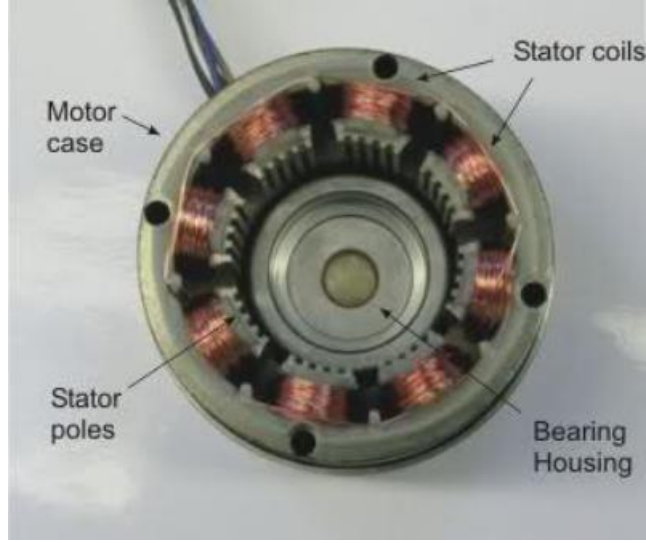
1.2.4.1 DC Motor

Doğru akım makinaları olarak adlandırılan ve kullanım amacına göre motor veya jeneratör olarak kullanılabilen DC motorları tasarımı yapılan karıştırıcıda motor olarak kullanılacaktır. DC motoru tercih edilmesinin en büyük sebebi hız ve tork ayarlarının kolay yapılabilmesidir. DC motordaki statorun manyetik alan üretmek için DC akımla tahrik edilen kutupları vardır. Rotor, yuvaları olan halka şeklindeki tabakalı demir çekirdeğe sahiptir. Yuvalara birkaç sarıma sahip sargılar yerleştirilir. İki ayak arasındaki mesafe 180 dereceye karşılık gelir.



Şekil 1.16 DC motor rotoru

- Motorun demir çekirdeği şaft üzerindedir.
- Sargılar yuvalara yerleştirilmiştir.
- Mekanik dayanımı sağlamak için sargı sonları bükülerek birbirine bağlanmıştır.
- Komütatör şaft üzerine yerleştirilmiştir ve yalıtımla ayrılmış birçok bakır parçaları barındırır.

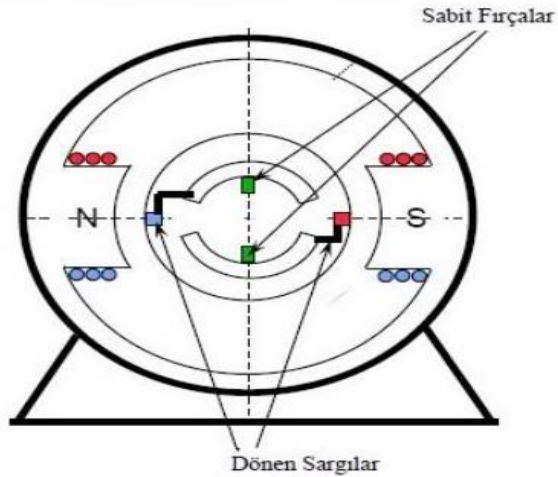


Şekil 1.17 DC motor statoru

- İç kutuplar ana kutupların arasında bulunur. Bu kutuplar nötr alanda manyetik alanı azaltarak komütatördeki ark olayını engeller.
- Dengeleme sargısı yüksek yüklü durumda alanı arttırmak için ana kutupların üzerine yerleştirilir.
- Demir çekirdek kalıp demir çerçeve tarafından desteklenir.

1.2.4.1.1 DC Motoru Çalışma Prensibi

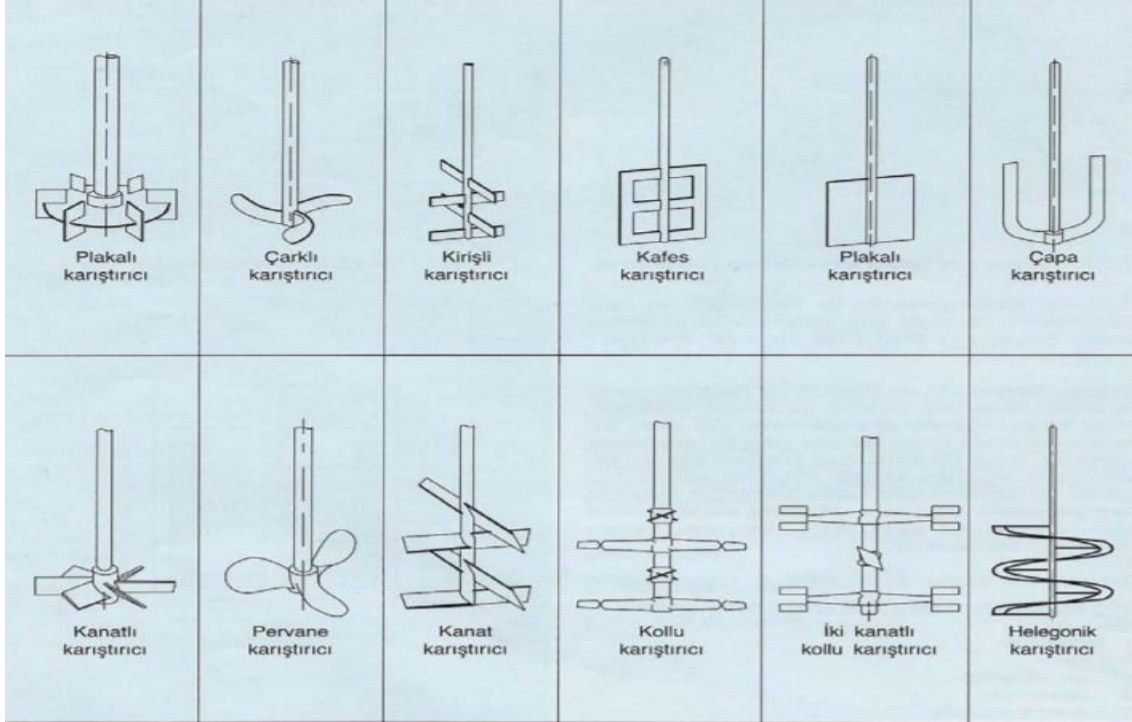
- Kutuplar DC manyetik alan oluşturan DC akım tarafından beslenirler.
- Kutuplar buyunca alan dağılımının aşağı yukarı sinüzoidal olduğu kabul edilir.
- Rotor sargısı dönerken manyetik akı bu dönüş sırasında değişir. Akı sargı dikey pozisyonda iken maksimum, yatay pozisyonda iken sıfır değerini alır.



Şekil 1.17 DC Motoru çalışma prensibi

1.2.4.2 Karıştırıcı Uç

Günümüzde kullanılan karıştırıcılarda pek farklı uçlar kullanılmaktadır. Karıştırılan malzemenin değişikliğine göre uçlar farklılık gösterir ve böylece üretimin yüksek kalitede olması etkin şekilde sağlanır.



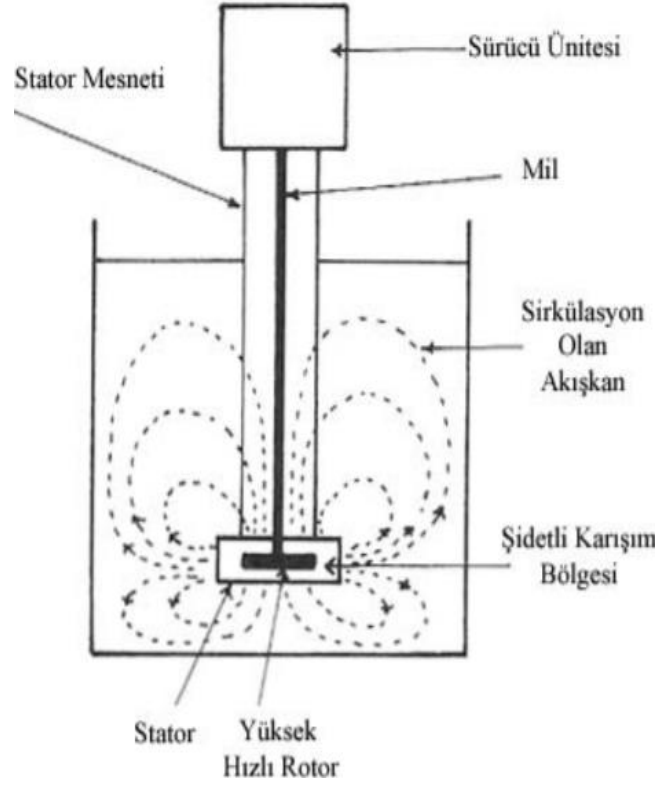
Şekil 1.18 Karıştırıcı uç modelleri

1.2.4.3 Dişli Kutusu

Dişli çarklar hareket aktarmak amacıyla kullanılan üzerinde çeşitli profillerde diş açılmış bir makine elemanıdır. Dişli çarklar genellikle hareketin hızı, yönü, torku ve gücü birbirine bağlı olarak belli bir oranda veri kaybı ile değiştirilebilir. Bu dişlileri, dişli kutusu şeklinde kullanarak karıştırıcıya istenilen devir sayısı verilebilmektedir.

1.2 Kısıtlar ve Koşullar

Tasarlanacak olan karıştırıcı maliyet olarak düşük verim olarak yüksek olmalıdır. DC motorunun çabuk ısınması fan ile geciktirilse de tam bir soğutma gerçekleştiremeyeceği için motor ömrü kullanım yoğunluğuna göre yıpranabilir ve ayrıca dişlilerin bir süre sonra sürtünme kuvvetinden kaynaklı yeteneğini kaybetmeleri söz konusudur. Daha verimli kullanabilmek için seçilen malzemeler kaliteli olmalı ve kullanım süreci boyunca karıştırıcının bakımı iyi yapılmalıdır.,



Şekil 1.19 Dispersiyon Ünitesi

2. HAFTALIK ÇALIŞMA PROGRAMI

1.Hafta	Ön araştırma yapıldı.
2.Hafta	Karışım nedir ve karıştırıcı çeşitleri ile ilgili araştırma yapıldı.
3. Hafta	Kullanılabilecek çubuk şekilleri araştırıldı.
4. hafta	Tasarım kısıtlamaları bulundu.
5. Hafta	Literatür araştırması yapıldı.
6. Hafta	Tasarımda çıkan sorunlar giderildi.
7. Hafta	Ne tür motor kullanılmalı sorunu çözüldü.
8. Hafta	Montaj nasıl yapılabilir sorusu çözüme kavuştu.
9.Hafta	Motor bir yuvaya oturturuldu
10. Hafta	Dişlileri döndürecek miller tespit edildi.
11. Hafta	Taslak oluşturuldu.
12. Hafta	Hesaplamalar yapıldı.
13. Hafta	Teknik resimler çizildi.
14. Hafta	Tasarımın düzenlemesi ve baskısı yapıldı.

3. MÜHENDİSLİK HESAPLAMALARI

3.1 Malzeme Seçimi

Sementasyon çelikleri, yüzeyde sert ve aşınmaya dayanıklı, çekirdekte ise daha yumuşak ve tok özelliklerin istendiği, %C oranı 0,10-0,20 arası değişen ve darbeli zorlamalara dayanıklı parçaların imalatında kullanılan çeliklerdir. Bu nedenlerden dolayı dişli imalatına uygun olan 15CrNi6 sementasyon çeliği malzeme olarak seçilmiştir.

$$\sigma_k=1000\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{AK}=685\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_{ED}=450\text{N/mm}^2$$

$$\text{HB (sertlik değeri)}=213\text{N/mm}^2$$

$$E=210000\text{N/mm}^2$$

$$G=80000\text{N/mm}^2$$

Motordan güç aktaran milin boyutlarını hesaplayabilmemiz için mil üzerinden aktarılan momentin hesaplanması gerekir. Boyutlandırma motorun en yüksek voltaj ve amperine göre yapılmalıdır.

$$36\text{V}-1,7\text{A}$$

Bu durumda çekilen güç 61.2W olur.

Motorun devir sayısı 15000d/dak

$$M_b=W/(\text{rad/s}) \quad M_b=61.2/1570,8=0,03896\text{N.m}$$

$$15000 \times 2\pi/60=1570,80\text{rad/s}$$

Mile etkileyen momenti mm cinsinden yazarsak 38,964N.mm olur.

Boyutlandırma hesabında yalnız burulmaya zorlanan millerde çap hesabı aşağıda olduğu gibi yapılır.

$$\tau_{em}=\tau_{AK}/S$$

S burada emniyet katsayısıdır ve ilk kalkış anlarında motor yüksek akım çekip nominal momentin 2 katına kadar moment üretebileceğinden S=6 alınacaktır.

Maksimum kayma gerilmesi varsayımına göre $\tau_{AK}=0,5\sigma_{AK}$

$$\sigma_{AK}=685\text{N/mm}$$

$$\tau_{AK}=685/2=342,5\text{N/mm}^2$$

$$\tau_{emn}=\tau_{AK}/6=57,083\text{N/mm}^2$$

$$W_b=M_b/\tau_{emn}=38,964/57,083=0,683\text{mm}^3$$

$$W_b= \pi d^3/16=0,683$$

$$d^3=3,479$$

$$d=1,515\text{mm}$$

Sağlıklı bir tasarım için mil çapı d 2mm alınabilir.

Dişli oranı $\dot{I}_1/\dot{I}_2=1/10$ kabul edilirse devir sayısı 10 kat düşerek 1500dev/dak 'ya düşecek, moment ise 10 kat artacaktır. Dişli verimi %100 kabul edilmiştir.

Mil malzemesi olarak yine 15CrNi6 sementasyon çeliği seçilmiştir.

$$M_b=38,964 \times 10=389,64\text{N.mm}$$

$$\sigma_{AK}=685\text{N/mm}^2$$

$$\tau_{AK}=\sigma_{AK}/2=342,5\text{N/mm}^2$$

Çıkış mili kalkışta aşırı yüklenme ve kullanım sırasında karıştırma aparatı kenarlara vurma gibi ani darbeler ile karşılaşabilir. Hesapta sadece burulmaya göre çap hesabı yapılmaktadır çünkü eğilme değerleri bilinmemektedir. Ancak bazı zamanlarda karıştırma çubuğunun uzunluğundan dolayı burulma gerilmesinden onlarca kat daha büyük eğilme gerilmeleriyle karşılaşılabilir. Bu değerleri bilemediğimiz için S emniyet katsayısını alabildiğimiz kadar büyük almalıyız.

$$S=60$$

$$\tau_{emn}=\tau_{AK}/S=342,5/60=5,708\text{N/mm}^2$$

$$W_b=M_b/\tau_{emn}=389,64/5,708=68,262$$

$$W_b= \pi d^3/16=68,262$$

$$d^3=342,656$$

$$d=6,997$$

$d=10\text{mm}$ alınabilir.

$\dot{I}_{12}=10$ olacaktır. Pinyon dişlinin diş sayısı 10 diş kabul edersek diğer dişlinin 100 diş sahip olması gerekir.

Pinyon dişlinin diş sayısı 17 dişten küçük olduğu için diş dibi kesilmesi olur. Bundan dolayı profil kaydırma yapılmalıdır. K-O profil kaydırma tercih edilirse pinyon dişliye pozitif diğer dişliye ise aynı miktarda kaydırma uygulanır.

$$X_1=(14-Z_1)/17=(14-10)/17 \Rightarrow X_1=-X_2=0,2353$$

Dişlere K-O profil kaydırma uygulandığından dolayı kavrama açısı, yuvarlanma ve taksimat daireleri aynı kalır.

Dişli boyutlandırmalarını yapabilmek için modülün belirlenmesi gerekmektedir.

$$m \geq ((2M_{b1}/Z_1^2 \psi_d \sigma_{emn}) \times (K_f \times K_o \times K_v \times K_m))^{(1/3)}$$

$$M_{b1}=38,964\text{N.mm}$$

$$M_{b2}=389,64\text{N.mm}$$

$$\sigma_{emn}=\sigma_D^*/S, \quad \sigma_D^*=(K_y K_b/K_\zeta) K_T K_R K_L K_Z \sigma_D$$

15CrNi6 Malzemesinin $\sigma_K=1000\text{N/mm}^2$ olduğundan $K_y=0,68$ olarak bulunur.

$m<5$ kabul edilebileceğinden $K_b=1,0$ alınır.

Çentik faktörü olan K_ζ 'yi ortalamanın biraz üzerinde kabul edersek $K_\zeta=2,0$ alınabilir.

Çalışma sıcaklığı 120°C 'in altında olması gerektiğinden $K_T=1,0$ alınır.

Güvenilirlik faktörü %99,99 alınırsa $K_R=0,702$ olur.

Tasarım sonsuz ömür için yapıldığından $K_L=1$ alınır.

Yavaşlama sırasında yük yön değiştirebileceğinden $K_Z=1$ alındı.

Sementasyon çeliği olan 15CrNi6'nın yüzey sertliği 730HV10

Sürekli mukavemet sınırı $\sigma_D=460\text{N/mm}^2$

Sürekli yüzey basıncı mukavemet sınırı $P_{HD}=1490\text{N/mm}^2$

$$\sigma_D^*=(0,68 \times 1/2) \times 1 \times 0,702 \times 1 \times 1 \times 460=109,793\text{N/mm}^2$$

$$S=3 \text{ için } \sigma_{emv}=\sigma_D^*/3=109,793/3=36,598\text{N/mm}^2$$

Pinyon dişli için K_f değeri diş sayısı 10 olduğu için alt kesme sınırına takıldı. Bu sebeple pinyon dişlinin diş sayısını 12 alarak 0,4 pozitif profil kaydırma uygularsak $K_f=2,55$ olarak bulunur.

Pinyon dişlinin diş sayısı 12 olduğundan diğer dişlinin diş sayısı da 120 olmuştur. Bu dişlinin profil kaydırmasını da 0,4 negatif profil kaydırma olarak alırsak $K_{f2}=2,35$ olarak bulunur.

K_o çalışma faktörü kuvvet makinası elektrik motoru olduğundan, iş makinası ise üiform bir karıştırıcı olduğundan $K_o=1$ alınır.

7. Kalite dişli için ortalama olarak $K_v=1,3$ alınır

Yük dağılımı faktörü sertleştirilmiş 7. kalite dişliler için $K_M=1$ alınır.

Genel maksatlar için $\psi_d=0,8-1,2$ arası seçilebilir fakat sementasyon çeliklerinde $\psi_d \leq 1,1$ olmalıdır.

Bunlara göre $\psi_d=0,95$ seçilmiştir.

Standartlara uygunluk için $m=1$ alınabilir.

$$m \geq ((2M_{b1}/Z_1^2 \psi_d \sigma_{emv}) \times K_f \times K_o \times K_v \times K_M)^{(1/3)}$$

$$((2 \times 38,964 \times 2,55 \times 1 \times 1,3 \times 1 / (12^2 \times 0,95 \times 36,598))^{(1/3)})$$

$$d_{01}=m \times Z_1=1 \times 12=12\text{mm}$$

$$d_{02}=m \times Z_2=1 \times 120=120\text{mm}$$

$$d_{t1}=d_{01}-2h_t=d_{01}-2m(1,25-x)$$

$$=12-2 \times 1(1,25-0,4)=10,3\text{mm}$$

$$d_{b1}=d_{01}+2h_b=d_{01}+2m(1+x)$$

$$=12+2 \times 1(1+0,4)=14,8\text{mm}$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2h_t = d_{02} - 2m(1,25 - x)$$

$$= 120 - 2 \times 1 \times (1,25 - 0,4) = 118,3 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_{02} + 2h_b = d_{01} + 2m(1 + x)$$

$$= 120 + 2 \times 1 \times (1 + 0,4) = 122,8 \text{ mm}$$

K-O profil kaydırma uygulandığından taksimat dairesi değişmez. Dişli merkezleri arasındaki uzaklık

$$a = (d_{01} + d_{02}) / 2 = 132 / 2 = 66 \text{ mm}$$

Dişlilerin genişliği: $b_{12} = \psi_d \times d_{01} = 0,95 \times 12 = 11,4 \text{ mm}$ olarak alınabilir.

Dinamik faktörün gerçek değeri hesaplanıp ona göre dişlilerin mukavemet kontrolü yapılır.

$$V_{01} = V_{02} = \pi \times d_{01} \times (n/60) = \pi \times 12 \times (15000/60) = 9,425 \text{ m/s}$$

Tablolardan 7. kalite 9,425 m/s için $K_v = 1,1$ olarak okunur.

3.2 Teğetsel Kuvvet

$$F_{t1} = F_{t2} = 2M_{b1} / d_{01} = 2 \times 38,964 / 12 = 6,464 \text{ N}$$

Buna göre her iki dişlide oluşan toplam gerilme:

$$\sigma_{top} = (F_t / b_m) \times K_{f1} \times K_o \times K_v \times K_m \leq \sigma_{em} = \sigma_D^* / S$$

$$\sigma_{top1} = 6,494 \times 2,55 \times 1 \times 1,1 \times 1 / (11,4 \times 1) = 1,598 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{top2} = 6,494 \times 2,35 \times 1 \times 1,1 \times 1 / (11,4 \times 1) = 1,473 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_D^* = 109,793$ olduğu için dişliler oldukça emniyetlidir.

3.3 Yüzey Basıncı Kontrolü

Bu dişliler yüzey basıncına göre kontrol edilmelidir. Buna göre

$$P_{Hmax} = K_E \times K_a \times K_i \times (F_t / b_{d0} \times K_o \times K_v \times K_m)^{(1/2)}$$

Burada bilinmeyenler K_E , K_a , K_i 'dir.

$K_E=0,59 \times E^2$, Burada;

$$E=210000 \times 210000 / (210000 + 210000) = 105000$$

$$K_E=0,59 \times 105000^{(1/2)} = 191,2 \text{ N/mm}^2$$

$$K_a = (1/\cos^2(a_0) \times \text{tga})^{(1/2)} = (1/\cos^2(20) \times \text{tg}20)^{(1/2)} = 1,764$$

$$K_f = ((\dot{I}_{12} + 1) / \dot{I}_{12})^{(1/2)} = ((10 + 1) / 10)^{(1/2)} = 1,049$$

$$P_{Hmax} = 191,2 \times 1,764 \times 1,049 \times ((6,494 \times 1 \times 1,1 \times 1) / (11,4 \times 12))^{(1/2)} = 20,849 \text{ N/mm}^2$$

$$P^*_{HD} = K_{LO} \times K_R \times K_\gamma \times P_{HD}$$

Sonsuz bir ömür için $K_{LO}=1$ güvenilirlik %99,99 için $K_R=0,702$, yağlama faktörü viskozitesi $100 \text{ mm}^2/\text{s}$ yağ için $K_\gamma=1$ ve tablodan $P_{HD}=1490 \text{ N/mm}^2$

$$P^*_{HD} = 1 \times 0,702 \times 1 \times 1,490 = 1045 \text{ N/mm}^2$$

$S=1045/80=13$ kat emniyetlidir.

Tasarıma ait gerekli teknik resimler ekler kısmına eklenmiştir.

4 TASARIM İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tasarımda öncelikli olarak ekonomik yönden daha uygun şekilde imal ederken ergonomik yapısını arttırmak amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmalarda, kullanılacak olan karıştırıcının sabit olmaması ve taşınabilir durumda olması kullanım bakımından daha verimli olacağı düşünülmüştür. Özellikle sonradan eklenen ayarlanabilir devir devresi motor gücünü verimli kullanırken, kullanım ömrünü de uzatmaktadır.

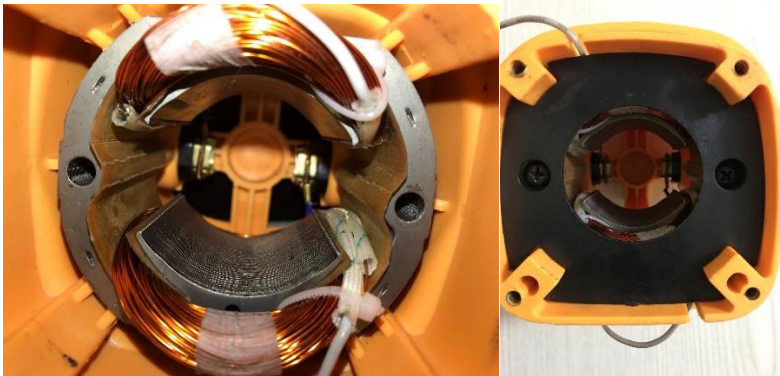
4.1 Tasarımda Kullanılan Parçalar

4.1.1 DC Motor

Yapılan tasarımda 3000W gücünde elektrik motoru kullanılmıştır. Motor zarar görmemesi için plastik bir yuvaya oturtulmuştur. Bu plastiğin üstündeki kapak sayesinde motor rahatlıkla nefes alabilmektedir. Ayrıca yuvaya kömürlerde sabitlenmiştir, bu sayede motorun kullanım verimliliği artırılmıştır. Alt kapak da aynı şekilde motorun zarar görmesini engellemektedir. Kenarlarda da düğme şeklinde kapaklar kullanılmıştır, bu sayede kömürlerde zarar görmemektedir.



Şekil4.1 Kömürler, koruyucu düğmeler ve yuvadaki konumları



Şekil4.2 Yuvaya oturtulan stator ve kapak

DC elektrikli motor seçilirken redüktörlü olmasına önem verildi. Diğer bir ismiyle de dişli kutusu olan redüktör, fazlasıyla yüksek seviyede torklar üretir. Motorun çıkışından düşük beygir gücü ve düşük hız alabilmeyi sağlar. Bu sayede motorun sağlamlığı artarken gücünü de daha verimli kullanabilmektedir.



Şekil 4.3 Redüktör ve rotor



Şekil 4.4 Montajlanmış hali

4.1.2 Karıştırıcı Uç

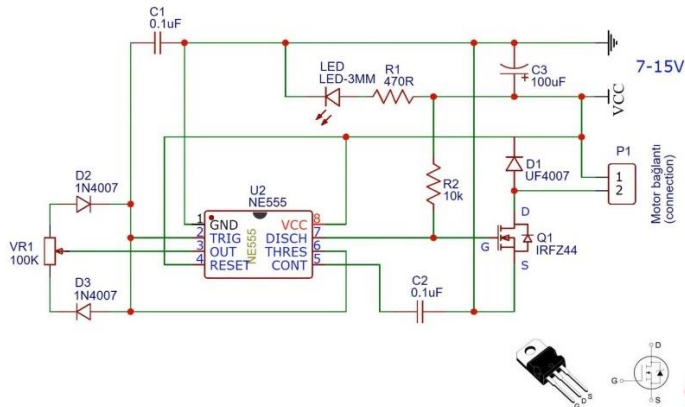
Karıştırıcı uç seçilirken kullanım alanı dikkate alındı. İnşaat alanlarında kullanılması beklenen karıştırıcı her türlü malzemeyi karıştırabilmesi için daha kullanışlı bir karıştırıcı uç tercih edildi.



Şekil4.5 Karıştırıcı uç ve uzatma mili

4.1.3 DC Motor Sürücü

Kullanılan bu devre sayesinde motorumuzu 6 farklı devirde kullanmaktayız. Kurulumu çok kolay olan devrenin teminatı da hazır şekilde yapılabilmektedir



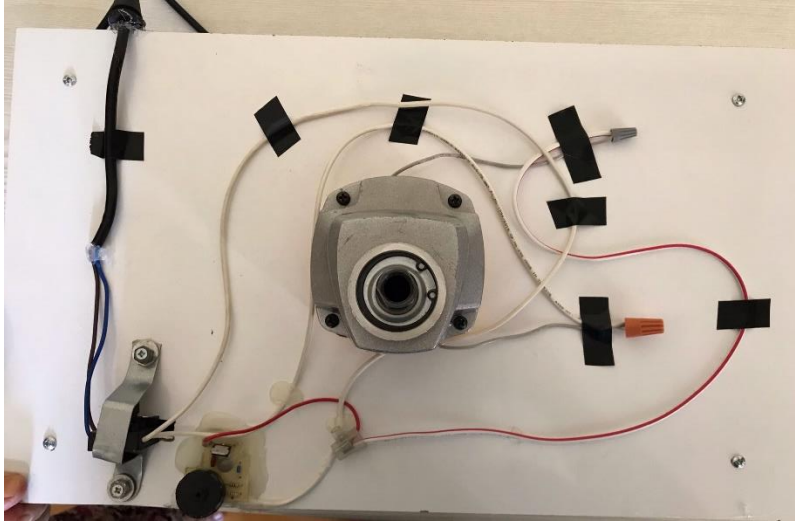
Şekil 4.6 DC motor sürücü devresi



Şekil 4.7 Tasarımda kullanılan DC devre sürücü

4.2 Tasarımın Montajlanması

Yapılan tasarım direkt olarak şebekeden gelen elektriği kullanmaktadır. Üç metre uzunluğundaki elektrik kablosu anahtara bağlanmaktadır. Motordan çıkartılan iki güç düğmesi uzatmalar kullanılarak bir tanesi anahtara diğeri ise DC devre sürücüsüne bağlanmaktadır. Devre sürücüsünden çıkan bir diğerkablo da anahtara bağlanmıştır ve bu sayede devre tamamlanmıştır. Motor ve kablolar bir tane 30x40 cm ebatlarında MMDF'ye sabitlenmiştir. Üstüne sabitlenen tutacaklar sayesinde de kullanım rahatlığı sağlanmıştır.



Şekil 4.8 Tasarımın alttan görünüşü



Şekil 4.9 Tasarımın yandan görünüşü



Şekil 4.10 Tasarımın üstten görünüşü

5. ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

Bir karıştırıcının imalatı çok komplike aşamalar içermemektedir. Üretimi ve yapım aşamaları daha rahat olduğu için endüstri alanında bir yarış mevcuttur. Kendi iş alanında kolaylık sağladığı için talep de fazladır. Pek çok farklı çeşitlerde karıştırıcı tipleri karşımıza çıkmakta ve bu durumlar göz önüne alındığında malzeme seçiminin önemi ortaya çıkmaktadır

Karıştırıcı ucu istediğimiz boyutlarda 3D yazıcı ile üretmek hem karıştırıcının kullanım alanları hem de sağlamlık bakımından önem arz etmektedir. Günümüzde kullanılan karıştırıcı uçlar fazla çeşitli değildir. Bu sebeple karıştırıcının kullanım alanını küçültmektedir. Gelişen teknoloji ile 3D yazıcının kullanımının gelişmesi bize bu bakımdan geniş bir yelpaze sunmaktadır.

6. MALİYET HESABI

Hız kontrol modülü	50₺
DC Motor	50₺
Makine yuvası	75₺
Gövde	100₺
Mil	20₺
Karıştırıcı uç	20₺

7. SONUÇLAR

Günümüz sanayisinde kullanılan karıştırıcıların pek çok çeşidi bulunmaktadır. Maddelerin karıştırılmasında kullanılmak üzere tasarlanan karıştırıcılar ihtiyaca yönelik farklılıklar göstermektedir. Karışımın amacı homojen bir birleşim sağlamak olduğu için karıştırıcının bu yöndeki eylemleri oldukça önemlidir. Sıvı karışımlarda homojenliği sağlamak oldukça kolayken katı karışımlar için aynı şey söylenememektedir. Yapılan çalışmalarda homojenliği katılarda ve sıvılarda aynı rahatlıkta sağlayabilmek için bir standarta koyulmuş ve hesaplamalar yapılmıştır.

Tasarlanması planlanan karıştırıcının inşaat alanında kullanılacağı düşünülerek hem sıvı hem de toz taneli yapı malzemelerini kolaylıkla karıştırılması beklenmektedir. Homojen kütlenin sıçramadan karıştırılması, yoğun olarak karıştırılması gereken malzemeler için ergonomik olarak optimize edilmiş tutamakları ile birlikte imalata hazır hale getirilmiştir.

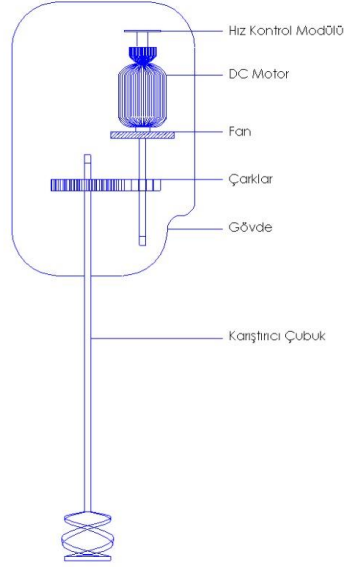
Karıştırıcılarla ilgili pek fazla seçenek olmasına rağmen pek fazla akademik bilgi bulunmamaktadır. Bu yapılan çalışma bu zamana kadar yapılan çalışma ile birlikte yardımcı kaynak olma olanağı sağlamaktadır.

8. KAYNAKÇA

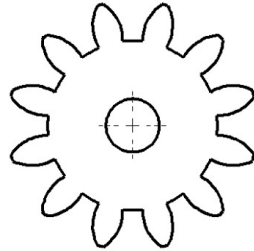
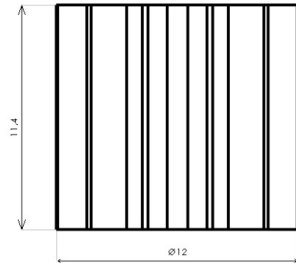
- [1] Mitsuo A. (1997). Mixer. US Patent no. 5,680,078.
- [2] Sözer (2020), ‘Genel Katalog’.
- [3] Savaşkan, T. (2017). Malzeme bilimi ve malzeme muayenesi. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- [4] Kutay, M, G. (2010). Dişli çarklar ve redüktörleri. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.
- [5] Gül, K. (2018). Model and procedures for the jammer and target allocation problem. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Doğal ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [6] Özdemir, A. (2012). Elektrik motorları ve sürücüleri. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- [7] Uçar, V., Çilingir, Ç., Yıldız, A. (2012). Makine elemanları I ders notları. [pdf]. Erişim adresi <http://www.kocaelimakine.com/wp-content/uploads/2018/12/makine-elemanlari-1-ders-notlari-vahdet-ucar.pdf>
- [8] Tugay, T. (2019). Realization of a chaotic kitchen mixer and it’s performance evaluation. Yaşar Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, İzmir.

8. EKLER

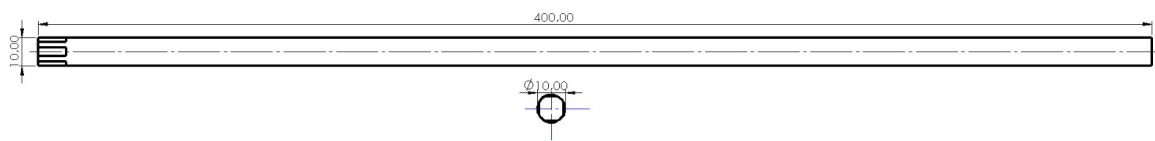
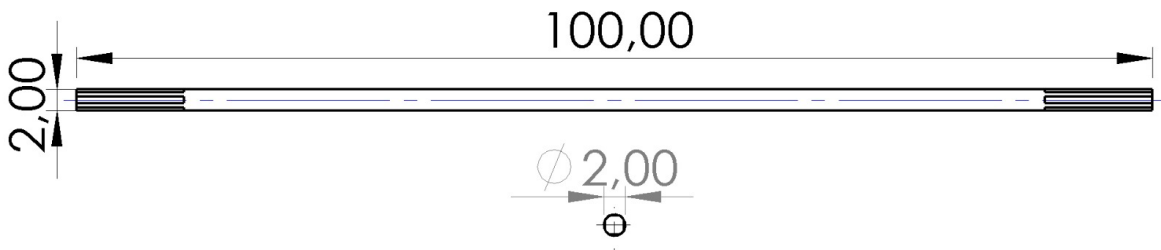
Ek 1. Tasarımın şematik görünümü



Ek 2. Dişli teknik çizimi



Ek 3. Millerin teknik çizimi



Ek 4. Dişli Montajı teknik resmi

