

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DÖKÜM KASNAKLARIN TAHRİKİNDE KULLANILAN V-KAYIŞLARININ
OTOMATİK SOĞUTULMASININ DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MESUT KÖSE

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. ZÜLKÜF BALALAN**

BİNGÖL-2021

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, hiçbir yardımı esirgemeyen bana her konuda yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Zülküf BALALAN ve değerli hocalarım Prof. Dr. Ali İNAN ve Dr. Öğr. Üyesi Fikret ATA'ya teşekkür ederim.

Deneylerimin yapılmasında kullandığım Bingöl Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Mekanik Bölümü Atölyesinin çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yaptığım çalışmalarda büyük emeği geçen ve bana her zaman destek olan sevgili eşim Buşra KÖSE'ye, beni bugünlere getiren babam Ahmet KÖSE'ye ve annem Zeynep KÖSE'ye sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Literatür Özetleri.....	3
2.2. Kayış Kasnak Mekanizmaları.....	6
2.2.1. Kayış Mekanizmaları.....	9
2.2.1.1. Düz Kayış Mekanizmaları.....	9
2.2.1.2. Dişli (Zamanlama-Triger) Kayış Mekanizmaları.....	10
2.2.1.3. Yuvarlak Kayış Mekanizmaları.....	11
2.2.1.4. V-Kayış Mekanizmaları.....	11
2.2.1.5. Bantlı V Kayışlar.....	12
2.2.1.6. Sonsuz V Kayışlar.....	13
2.2.1.7. Dar V Kayışlar.....	13
2.2.1.8. Ekli V Kayışlar.....	14
2.2.1.9. Geniş V Kayışlar.....	14
2.2.1.10. Çoklu V Kayışlar.....	14
2.2.2. Kasnak Mekanizmaları.....	15
2.2.3. V- Kayışların Hesabı.....	17
2.2.3.1. Geometrik Temas Açısı Hesabı.....	18

2.2.3.2. V-Kayış Uzunluğunun Hesabı ve Merkezler Arası Mesafe.....	18
2.2.3.3. Çevre Hızı (V).....	19
2.2.3.4. Kayışta Meydana Gelen Kuvvetlerinin Hesabı.....	20
2.2.3.5. Kayışta Meydana Gelen Zorlamalar ve Merkezkaç Kuvveti.....	21
2.2.3.6. Optimum ve Sınır Hız.....	22
2.2.3.7. Standart Kayış Profilleri.....	23
2.2.3.8. Standart kayış uzunlukları.....	25
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
3.1. Deney Düzenineğinin Hazırlanması.....	28
3.1.1. Tahrik Mekanizması.....	30
3.1.2. Gerdirme Sistemi.....	31
3.1.3. Kullanılan Kayış Tipi.....	31
3.1.4. Kullanılan Kasnaklar.....	32
3.1.5. Kasnaklarda Kullanılan Kasnak ve Kanat Şekilleri ve Ölçüleri.....	35
3.2. Deneilerin Yapılışı ve Sonuçları.....	38
3.3. Sonuçların İrdelenmesi.....	50
3.3.1. SPSS Analiz Sonuçları.....	55
3.3.1.1. Kayış Sıcaklıkları SPSS Korelasyon Analizi.....	55
3.3.1.2. SPSS T-Test Sonuçları.....	57
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	71

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

a	: Kasnak merkezleri arasındaki mesafe	mm
A	: Kayış kesiti	mm ²
b	: V-Kayış genişliği	mm
D	: Kasnak çapları	mm
D_1	: Döndüren kasnağın çapı	mm
D_2	: Döndürülen kasnağın çapı	mm
α	: Konik yüzey açısı	°
h	: Kayış yüksekliği	mm
i	: Çevrim oranı	-
ω	: Açısal hız	rad/s
L	: V-kayış uzunluğu	mm
F_1	: Gergin kol kuvveti	N
F_2	: Gevşek kol kuvveti	N
F_n	: Normal kuvvet	N
F_s	: Sürtünme kuvveti	N
$F_ç$: Merkezkaç kuvveti	N
μ	: Sürtünme katsayısı	-
σ_1	: Gergin kol gerilme değeri	N/mm ²
σ_2	: Gevşek kol gerilme değeri	N/mm ²
n_1	: Döndüren kasnağın devir sayısı	d/dk
n_2	: Döndürülen kasnağın devir sayısı	d/dk
r	: Yarıçap	mm
P	: Güç	kp
v	: Hız	m/s
β	: Temas açısı	°
β_1	: Döndüren kasnak temas açısı	°
β_2	: Döndürülen kasnak temas açısı	°

ρ	: Kayış malzemesinin yoğunluğu	kg/m ³
K	: Sabit katsayı	-
DIN	: Alman Standartları (Deutsche Industrie Norm)	-
TS	: Türk Standartları	-

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Düz kayış mekanizması.....	10
Şekil 2.2.	Dişli kayış mekanizması.....	11
Şekil 2.3.	Yuvarlak kayış-kasnak mekanizması.....	11
Şekil 2.4.	V kayış-kasnak mekanizması.....	12
Şekil 2.5.	Bantlı V kayış-kasnak mekanizması.....	12
Şekil 2.6.	(a) Normal V kayış kesiti, (b) Dar V kayış kesiti, (c) Geniş V kayış kesiti.....	13
Şekil 2.7.	Ekli V- kayış.....	14
Şekil 2.8.	Çoklu V- kayış.....	15
Şekil 2.9.	V-kayış kasnağı tasarım biçimleri.....	16
Şekil 2.10.	Triger/zaman kasnakları ve poly-v kasnak.....	17
Şekil 2.11.	Kayış-kasnak mekanizmasının düz sarılı geometrik şekli.....	17
Şekil 2.12.	Çevre hızlarının gösterilmesi.....	19
Şekil 2.13.	Kayışta meydana gelen kuvvetler.....	20
Şekil 2.14.	Merkezkaç. kuvveti ve gerilmeler.....	21
Şekil 2.15.	Standart V-kayış profilini gösterilişi.....	23
Şekil 3.1.	Deney seti şeması.....	28
Şekil 3.2.	Deney seti fotoğrafı.....	29
Şekil 3.3.	Gerdirme ağırlık sistemi.....	29
Şekil 3.4.	Switcth ve hız kontrol cihazı.....	30
Şekil 3.5.	ECH 4400 sayıcı ve takometre.....	31
Şekil 3.6.	Kayış ebatları.....	32
Şekil 3.7.	Kanatlı kasnak ölçüleri.....	33
Şekil 3.8.	Kanatsız kasnak ölçüleri.....	34
Şekil 3.9.	Kanat ölçüleri.....	35
Şekil 3.10.	Kanatsız kasnak fotoğrafı.....	35
Şekil 3.11.	Düz kanatlı kasnak fotoğrafı.....	36

Şekil 3.12.	Eğik kanatlı kasnak fotoğrafı.....	36
Şekil 3.13.	Düz kanat fotoğrafı.....	37
Şekil 3.14.	Eğik kanat fotoğrafı.....	37
Şekil 3.15.	Kanatsız kasnak deney grafiği.....	39
Şekil 3.16.	8 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları.....	40
Şekil 3.17.	8 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları.....	41
Şekil 3.18.	16 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları.....	42
Şekil 3.19.	16 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları.....	43
Şekil 3.20.	32 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları.....	44
Şekil 3.21.	32 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları.....	45
Şekil 3.22.	Kanatsız ve düz kanatlı kasnak v-kayış sıcaklıkları.....	46
Şekil 3.23.	Kanatsız ve eğik kanatlı V-kayış sıcaklıkları.....	47
Şekil 3.24.	Kanatsız ve düz kanatlı kasnak sıcaklıkları.....	48
Şekil 3.25.	Kanatsız ve eğik kanatlı kasnak sıcaklıkları.....	49
Şekil 4.1.	Sıcaklığın gerilme üzerindeki etkisi.....	68
Şekil 4.2.	Nem ve sıcaklık parametrelerinin kaymaya etkisi.....	68

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Kayış kasnak mekanizma sınıflandırılması.....	7
Tablo 2.2.	Kayışların sınıflandırılması.....	7
Tablo 2.3.	Standart V- kayış ölçü değerleri.....	24
Tablo 2.4.	Sonsuz dar V-kayışları TS 198/4 ve DIN 7753.....	24
Tablo 2.5.	Standart V-kayış ölçüleri.....	25
Tablo 2.6.	Dar V-kayış kasnakları.....	26
Tablo 2.7.	ISO tarafından tavsiye edilen dar-V-kayış boylarının kontrol kasnakları ve kontrol kuvvetleri.....	27
Tablo 3.1.	Kanatlı kasnak deney sonuçları.....	39
Tablo 3.2.	Düz 8 kanatlı kasnak deney sonuçları.....	40
Tablo 3.3.	8 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları.....	41
Tablo 3.4.	16 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları.....	42
Tablo 3.5.	16 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları.....	43
Tablo 3.6.	32 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları.....	44
Tablo 3.7.	32 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları.....	45
Tablo 3.8.	Deney sonuçlarına göre V-kayışta oluşan ortalama sıcaklık tablosu..	46
Tablo 3.9.	Kasnak ortalama sıcaklık tablosu.....	48
Tablo 3.10.	Kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	50
Tablo 3.11.	Düz 8 kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	51
Tablo 3.12.	Eğik 8 kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	51
Tablo 3.13.	Düz 16 kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	52
Tablo 3.14.	Eğik 16 kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	52
Tablo 3.15.	Düz 32 kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	53
Tablo 3.16.	Eğik 32 kanatlı kasnak sıcaklık farkları.....	53
Tablo 3.17.	Düz kanatların soğutma yüzdeleri.....	54
Tablo 3.18.	Eğik kanatların soğutma yüzdeleri.....	54
Tablo 3.19.	Korelasyon katsayı tablosu.....	56

Tablo 3.20.	0-4000 Devir T-Test standart sapma değerleri.....	57
Tablo 3.21.	0-4000 Devir T-Test karşılaştırma.....	58
Tablo 3.22.	4000-8000 Devir T-Test standart sapma değerleri.....	59
Tablo 3.23.	4000-8000 Devir T-Test karşılaştırma.....	60
Tablo 3.24.	8000-16000 Devir T-Test standart sapma değerleri.....	61
Tablo 3.25.	8000-16000 Devir T-Test karşılaştırma.....	62
Tablo 3.26.	16000-32000 Devir T-Test standart sapma değerleri.....	63
Tablo 3.27.	8000-16000 Devir T-Test karşılaştırma.....	64
Tablo 3.28.	32000-64000 Devir T-Test standart sapma değerleri.....	65
Tablo 3.29.	32000-64000 Devir T-Test karşılaştırma.....	66

DÖKÜM KASNAKLARIN TAHRİKİNDE KULLANILAN V-KAYIŞLARININ OTOMATİK SOĞUTULMASININ DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bilindiği gibi otomotiv sanayisinin önemli bir elemanı olan V-kayışları, devir düşürmede kullanıldığı gibi, makinenin korunmasında da bir sigorta görevi görmektedir. Bu sigorta durumunun, yine devir düşürmede kullanılan dişli veya (zincir) dişliler ile sağlanması mümkün değildir. Bu yüzden otomotiv sanayisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Bu araştırma V-kayışların ömrünü etkileyen önemli faktörlerden biri olan sıcaklığı en aza indirmek için, kasnaklar üzerine 8-16-32 adetlerde düz ve eğik kanatlar yerleştirildi. Takılan bu kanat tiplerinin ve sayılarının, belirlenen toplam devir sayılarına (4000-8000-16000-32000-64000 devir) ulaşıldığında kanatsız kasnağa göre sıcaklığı nasıl etkileyeceği araştırıldı. Kayış ve kasnak sıcaklıkları infrared lazer termometre ile ölçüldü.

Yapılan çalışmada kanatsız kasnağa göre en iyi sonuç veren kanat tipinin ve sayısının eğik 32 kanatlı kasnak olduğu görüldü. SPSS T-Test analiz programı kullanılarak incelendi. Analiz sonuçlarına bakıldığında standart sapma miktarlarının kabul edilebilir bir değerde oldukları görüldü. SPSS kolerasyon katsayı testi analizi 32 eğik kanatlı kasnağın sıcaklığı kanatsız kasnağa göre daha fazla düşürdüğünü gösterdi. Bu çalışmaların sonucunda elde edilen sonuçların otomotiv sanayisi ve V-kayışların kullanıldığı makineler için önemli bir katkısı olacağını düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: V-kayış kasnak mekanizması, V-kayışların otomatik soğutulması
Düz kanatlar, Eğik kanatlar.

THE OF V-BELTS WHICH IS USED FOR DRIVE OF CASTING PULLEYS EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF AUTOMATIC COOLING

ABSTRACT

As it is known, V-belts, which are an important element of the automotive industry, are used as a insurance in the protection of the machine as well as in reducing the speed. It is not possible to provide this insurance situation with gear or (chain) gears, which are also used in reduction of speed. Therefore, it has an important place in the automotive industry.

In this study, cast pulleys were designed and manufactured, 8-16-32 straight and curved vanes were attached to the pulleys, and the effect of V-belts and pulleys on cooling was investigated. It was investigated how these vane types and numbers will affect the temperature compared to the normal pulley when the determined total number of revolutions (4000-8000-16000-32000-64000 revolution) is reached. Belt and pulley temperatures were measured with an infrared laser thermometer.

In the study, it was seen that the type and number of vanes that gave the best results compared to the normal pulley were 32 forward vane pulleys. It was analyzed using SPSS T-Test analysis program. Looking at the analysis results, it was seen that the standard deviation amounts were at an acceptable value. SPSS correlation coefficient test analysis showed that 32 forward vane pulleys decreased the temperature the most compared to the normal pulley. We think that the results obtained as a result of these studies will be an important contribution to the automotive industry and machines using V-belts.

Keywords: V-belt pulley mechanism, Automatic cooling of v-belts, Straight vanes, Forward vanes.

1. GİRİŞ

Kayışlar birden çok güç gereksinimi olan birime güç ileten, aynı zamanda darbe sönümleyici, hız düşürücü ve aşırı yük düzenleyici olarak da görev yapan, çok yönlü ve uygun fiyat aralığı olan makine elemanlarıdır. Kayma kabiliyetleri aşırı yüklemeye mani olur. Kayış ömrünü yüksek tutmak için, belirli gerilme sınırları içinde ve malzeme ömrüne uygun ortam ve sıcaklıklarda çalıştırılmalıdır.

V-Kayışlar, fiber (mukavemetli iplik veya çelik tel) takviyeli elastomer matrisli malzemelerden oluşturulmuştur. Bu nedenle kayışların basma doğrultusunda mukavemeti olmamakla birlikte yüksek çekme mukavemeti değerlerine ulaşırlar. V-Kayış mekanizmaları diğer güç iletimi elemanlarına göre, esneklikleri, geniş hız değişim oranları, dişli çark mekanizmalarına oranla, düşük maliyet ve bakım masrafları gibi özelliklerinden dolayı uzun zamandan beri, değirmenlerde, taşıtlarda, tekstil fabrikaları, korozif ortamlar eğlence araçlarında, otomotiv sektöründe vb. alanlarda oldukça geniş kullanım alanlarında kullanılmaktadırlar.

Yapılan birçok çalışmada ve üretici firma kataloglarında, standart V-kayış kasnak sistemleri için düzenlenmiş bazı formülasyonlar mevcuttur. Bu veriler, tasarımcıya seçeceği kayışı belirlemesine olanak vermektedir. Ancak bu veriler, en çok maruz kalınan durumlardan olan sıcaklık ve nemin başlıca etken olduğu çevresel ortamların etkilerini içerisine almamaktadır. Sıcaklık ve nemdeki artışın, sürtünme katsayısının düşmesine, dolayısı ile kaymanın artmasına sebep olduğu görülmüştür. Yüksek nem şartlarında ve sıcaklığın 60°C ile 80°C arasındaki çevre koşullarında kayma miktarı oldukça yükselmektedir.

Kayış kasnak mekanizmalarında hareketin iletilebilmesi için gerdirme kuvvetine ihtiyaç duyulur. Döndüren ve döndürülen kasnaklar arasında hareket ve moment iletimi kasnaklara sarılı olan, kayış ismi verilen bükülebilir elastik bir makine elemanı aracılığıyla yapılır. Kayış kasnak mekanizmalarında hareketin bir kasnaktan diğer kasnağa iletilebilmesi

kayışın kasnak üzerine bastırılmasıyla kayışı gerdirerek yapılmaktadır. Zamanla kayış kollarında kayışın ısınması ve buna bağlı olarak gevşemesinden dolayı bu gerdirme kuvvetinin sabit tutulmasına ihtiyaç vardır. Kayış ile kasnak arasında gergi kuvveti oluşturmak için gerdirme tertibatları kullanılır. Kayış kasnak gerdirme sistemleri; Kayar yataklı, gerdirme kasnaklı ve mafsallı olmak üzere üç sınıfa ayrılır.

Literatürde kayış kasnak mekanizmalarında karşılaşılan kayma olayını ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar bulunmakla birlikte, kayış kasnak mekanizmalarında kasnak üzerine kanatlar takılarak kayışların otomatik soğutulmasına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan bu çalışmada V-kayışları ve dökme demir malzemelerden oluşan kasnak mekanizmalarının kanatlarla soğutulmasının araştırılması incelenecektir. Çalışma esnasında deney başlarken ortam sıcaklığına bağlı V kayış sıcaklığı ve döküm kasnak sıcaklığı ölçülecektir. Buna bağlı olarak kasnakta kullanılan kanat tipleri düz ve açılı (eğik) kanat (8-16-32 adet kanat) kullanılarak 4000-8000-16000-32000-64000 devir uygulanarak takometre ile devir sayıları ve sıcaklıkları infrared lazer termometre ile ölçülerek kasnak ve kayış mekanizmasının hangi kanat tipinde ve sayısında en iyi soğutma verdiği ve kayış ömrünün uzatılmasına etki edip etmediği incelenecektir.

Bu çalışmanın hedefi, tahrik parametrelerine bağlı olarak kayış kasnak mekanizmasının çevre koşulları ile kayma miktarı arasında bir korelasyon kurulmasına yöneliktir. Bu korelasyon katsayıları SPSS T-TEST analizi ile gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Literatür Özeti

Yapılan kaynak araştırmalarında konu ile ilgili literatür taramalarında gerekli çalışmalar sonucunda aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Reynolds (1874), kasnaklar arasındaki tork iletimlerinin kayışın elastik kayması sebebiyle hız kaybına neden olduğunu gösterdi.

Firbank (1970), yaptığı çalışmada kayışın güç iletimini bir çekme elemanı ile kasnağa uyum sağlayacak yumuşak bir kauçuk kaplamadan meydana geldiğini göz önüne alarak; kayıştaki çekme gerilmelerinin, mekanizmanın davranışını tayin eden güçlü bir etken olduğunu ve bu olayında kayışın boyca uzamasına dayanan geleneksel sürünme olayına ters olduğunu belirlemiştir.

Gerbert (1975), çalışmalarında deneysel olarak elde ettiği güce karşılık gelen kayma eğrilerinde belli bir ön gerilme için, alçak güç değerlerinde kaymanın iletilen güç ile doğru orantılı olarak arttığını belirtmiştir.

Oliver ve ark. (1976), yaptıkları çalışmada kayış kasnak mekanizmaları için yeni bir kullanım ömür tahmini üzerinde çalışmışlar ve V-kayışlarında kayış gerginlik skalasının yorulma üzerine etkisi için formül geliştirmişlerdir.

Dolan ve ark. (1985), çalışmalarında döndüren ve döndürülen kasnak arasındaki açıyı büyüterek en yüksek gergi oranı elde etmiştir. Kayış kasnak mekanizmalarında en yüksek verimi elde etmek için mekanizmanın uygun gerginlikte olması gerektiğini yaptıkları çalışmalarda açıklamışlardır

Alciatore ve ark (1989), çalışmalarında kayış kasnak mekanizmalarında elastik gerilmeden dolayı oluşan kayma olayını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kayışta meydana gelen kaymanın sonucunda oluşan deformasyonların, kayış kasnak mekanizmasının güç iletme kabiliyetini negatif yönde etkilediğini açıklamışlardır.

Peeken ve ark. (1989), yaptıkları çalışmalarında statik olarak yüklenmiş kayış kasnak mekanizmalarında çalışma koşulları ve güç kayıplarına ilgili bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmalarda ısı faktörünü de yüzeysel olarak incelemişlerdir.

Hansson (1989) kayış açılarının hesabı üzerine çalışmış ve çalışma sonuçlarını grafiklerle açıklamıştır. Kayış ve kasnak açılarının basınç dağılımını etkilediğini ve basınç dağılımının büyük oranda kasnak çapına bağlı olduğunu çalışmalarında göstermiştir.

Gerbert (1991) kayma ölçümlerinin kalın düz kayışlardaki etkisini inceleyerek klasik teoride tahmin edilenden daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır. Döndüren kasnaktaki sürtünme kuvvetlerini ve dönüş yönünün etkisini inceleyerek kayma durumunun engellenmesine yönelik sonuçları ortaya koymuştur.

Rubin (2000), çoklu kasnak sistemlerinde kayma teorisini incelemiş ve kayışı elastik uzayabilir şerit şeklinde modellemiştir. Doğrusal olmayan sabit durum denkleminin çözümü ile elastik uzama, Coulomb sürtünmesi ve kayış kasnak arasındaki sürtünmeden kaynaklanan güç azalmasını incelemiştir.

Maamuri'nin (2003) yılında yaptığı araştırmaya göre; kayışın yüksek ısı ve ışıklara maruz kalması kayış yapısında bozulmalara (deformasyonlara) yol açarak kayışın kullanma süresinde erken yıpranmalara yol açmaktadır.

A. Cengiz ve M. Uçar (2004), V-Kayışı mekanizmalarında sıcaklık ve nemin V-kayış kasnak mekanizmalarının büyük avantajlarının yanında bazı dezavantajlarının da olduğunu belirtmiştir. Bunların ilki kayışın kasnak üzerinde kaymaya maruz kalmasıdır. Kayış ile kasnak arasında kayma oluşumunda iki temel neden tanımlanmaktadır. Bunlardan birisi mekanizmanın kuvvet bağlantılı olmasından kaynaklanıp tork iletimi esnasında sürtünme katsayısının bir fonksiyonu oluşturmasıdır. İkinci sebebi ise kayışın kasnağa giriş çıkış

noktalarındaki gerginlik farklarından kaynaklanan kayışın kasnağa sarılması ve ayrılması esnasında elastik deformasyon sonucu kaymanın oluşmasına sebebiyet vermesidir. V-Kayış kasnak mekanizmalarının verimine etki eden faktörler iki guruba ayrılmıştır. Birinci grup, sistemin mekanik ve konstrüktif yapısı, ikinci gurup ise, sıcaklık, nem ve çeşitli partikülleri içeren çevresel koşulların etkisidir. Uçar ve Cengiz çeşitli partiküller içeren ortamlara (farklı ip lifleri, un, çimento, kireç, toz, ağaç talaş tozu, vb.) ait yaptıkları çalışmada partiküllerin genelde kaymayı arttırıcı ancak ince partiküllü ortamların ise (kireç vb.) kaymayı azaltarak tutunmayı arttırıcı etkisini ileri sürmüşlerdir.

Shim ve Kim (2009) yaptıkları çalışmada otomobillerde kullanılan yüksek gerilmeye maruz kalan kayışların dizaynı incelenmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak kasnak üretiminden kaynaklanan kusurların otomobillerde kullanılan kayışlara etkisi araştırılmıştır. Ayrıca kasnağın ağırlığı azaltılarak yorulma ömrünü arttırmaya yönelik araştırmalar yapılarak optimum kesitli V kasnak tasarlanmıştır.

Çepon ve ark (2010) tarafından çok profilli V-kayışlar üzerine yapılan deneysel çalışmada kayış ile kasnak arasındaki temas parametreleri ve sürtünme katsayısı tespit edilmiştir. Sürtünme katsayısının değişik ön gerilme kuvvetlerine ve kayışla kasnak arasındaki göreceli hızlara bağlı olduğu sonucuna varmıştır. Yapılan deneysel çalışmanın matematiksel modeli oluşturularak elde edilen sayısal yaklaşımla deneysel sonuçlar arasındaki ilişki kıyaslanarak elde edilen sonuçların birbiri ile tutarlı olduğunu gözlemlemiştir.

Julio ve Plante (2011) yaptıkları çalışmada araçlardaki en yüksek performans ve verimliliği elde etmek için mekanik sistemlerdeki aksenal kuvvetlerin sürekli değişken aktarıma ait değişkenleri incelenmiştir. Tahrik kasnağının, aksenal kuvvet, yük momenti ve motor devri değişkenliğine bağlı olarak iletim oranlarındaki farklılıklar modellenerek gösterilmiştir. Kauçuk ile kayış etkileşimine bağlı olarak Newton'un hareket yasaları kullanılarak ideal mekanizmanın oluşturulması ve çevrim oranı optimizasyonu sağlanarak bu sistemler üzerine çalışan tasarımcılara ve kontrol mühendislerine yardımcı olacak mekanizma ortaya konulmuştur.

Sheng ve ark (2011) tarafından yapılan deneysel çalışmada otomotiv endüstrisinde kullanılan çoklu V kayışların ıslak koşullarda, ses ve sürtünme özellikleri incelenmiştir. Deneysel sonuçlarda ıslak ortamlarda statik sürtünme katsayısı kinetik sürtünmeye oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla ıslak ortamdaki kinetik sürtünme katsayısı da kuru şartlardaki kinetik sürtünme katsayısından %30 - 40 daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Chen ve ark (2012) tarafından yapılan deneysel çalışmada düşük sıcaklıklarda kayış ile kasnak arasındaki ince film kalınlığının sürtünme katsayısı ve gürültü üzerine etkileri incelenerek +23 °C den -20 °C'ye değişen sıcaklıklarda sonuçlar bulunmuştur. Kayış ile kasnak arasındaki sürtünmenin, sıcaklığa ve ara yüzeydeki ince buz filmi kalınlığına bağlı olduğu belirlenmiş olup düşük sıcaklıklarda statik sürtünme yüksek, kinetik sürtünme ise düşük olduğu tespit edilmiştir.

Balta ve ark (2015) yaptıkları çalışmada, döndüren kasnakta meydana gelen kayma sonucunda döndürülen kasnakta hız kaybı oluştuğunu tespit etmişler ve bu hız kaybını engellemek için dizayn çalışmaları yapmışlardır.

Lubarda (2015) çalışmasında sistem mekaniğinden dolayı meydana gelen kaymaları incelemiştir. Basınç ve sürtünme kuvvetinin düz ve V-kayışlar üzerindeki etkilerini araştırmıştır.

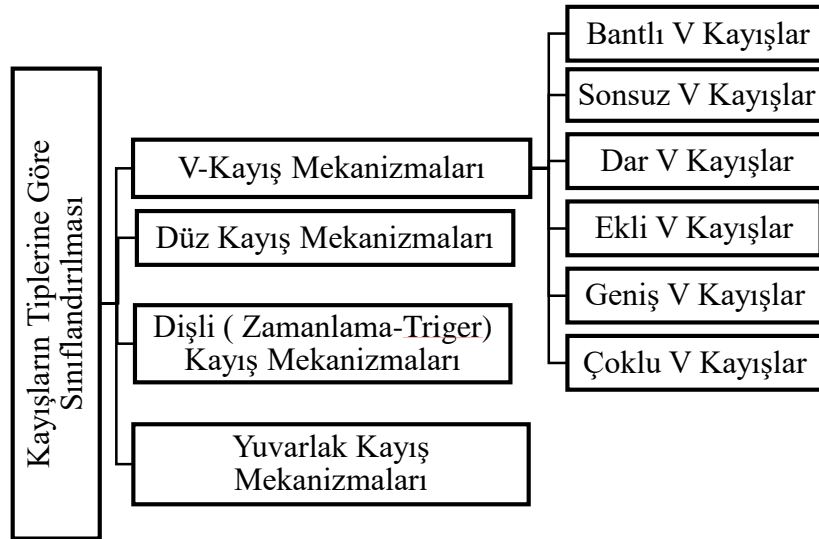
2.2. Kayış Kasnak Mekanizmaları

Kayış kasnak mekanizmaları oldukça geniş hız ve güç bölgesinde kullanılırlar. Kayış ve kasnaklarda güç iletimi kuvvet bağı veya şekil bağı şeklinde gerçekleşir. Kuvvet bağı ile güç ileten düz ve V-kayış kasnak mekanizmalarında kasnak ile kayış arasında küçük de olsa önlenmesi mümkün olmayan bir kayma meydana gelebilme ihtimali bulunur. Kayış kasnak arasındaki bu kısmi kaymalar nedeniyle tam ve sabit bir çevrim oranı sağlanmaması muhtemeldir. Kayış-Kasnak mekanizmaları aşağıdaki şemada gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Kayış kasnak mekanizma sınıflandırılması



Tablo 2.2. Kayışların sınıflandırılması



Düz kayışlar, V kayışları, yuvarlak kayış ve dişli V kayışlar gibi farklı kayış türleri vardır. V kayış mekanizmaları kendi aralarında; bantlı V kayışlar, sonsuz V kayışlar, dar V kayışlar, ekli V kayışlar, geniş V kayışlar ve çok profilli V kayışlar olarak gruplandırılabilir.

Avantajları ;

Kayış-kasnak mekanizmalarının avantajlı yönleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Kayışlar elastik malzemelerden yapıldığı için istenmeyen titreşim ve darbeleri sönümler. Darbe sönümleme kabiliyetleri yüksektir.
- Konstrüksiyonları basit, imalatları kolaydır, diğer mekanizmalara göre oldukça ucuz ve hafif bir konstrüksiyon oluştururlar.
- Kayış uçlarındaki gürültü önlenemediği takdirde çalışma koşulları sessiz olur.
- Mekanik kayıplar çok düşük olup tipik bir kayış-kasnak mekanizmasında verim %98'e kadar ulaşabilmektedir.
- Büyük eksen aralıklarında güç ve hareket iletme kabiliyetleri yüksektir.
- Çok geniş devirlerde hızlarda ve farklı güç bölgesinde kullanılabilirler.
- Ani yük büyümelerini iletmemeleri nedeniyle emniyet elemanı gibi çalışırlar.
- Çevrim oranlarının değiştirilmesi kolay ve basittir.
- Moment yönü esnek olması nedeniyle değiştirilebilir.
- Tek kayış ile birden fazla mil döndürülebilme olanağı sağlar.
- Kayış mekanizmalarının boşa alınması kolay ve basittir. Avara kasnağı ile, gergi kasnağını kaldırarak, eksen uzunluğunu değiştirerek, eksen uzaklığını değiştirerek yapılabilir.

Bu avantajlarına karşılık aşağıda sıralanan dezavantajlı yönleri de vardır.

- Hareket iletiminde kısmi kayma (%1-2) olması nedeniyle tam ve/veya sabit bir çevrim oranı sağlamayabilir.
- Hareket iletimini sürtünme kuvvetiyle gerçekleştirdiğinden ve kayışın kasnak üzerine belirli bir kuvvet uygulaması zorunlu olduğundan bir basma kuvvetine ihtiyaç duyulur.
- Gergi kuvvetleri nedeniyle mil ve yataklar daha büyük zorlanmalara maruz kalır.

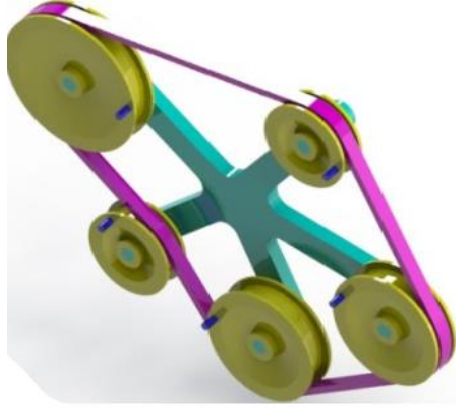
- Kayışta zamanla meydana gelen uzama ve aşınma sebebiyle aks aralığını değiştiren düzeneğe veya germe kasnak düzenine ihtiyaç duyulur.
- Sürtünme katsayısı toz, pislilik, nem ve sıcaklık gibi etkenlerle değişmesinden dolayı iletilen güç değişir. Kayışın esnekliğine sıcaklık ve rutubet etki eder.
- Zincirli ve dişli çarklar gibi şekil bağlı mekanizmalara göre iletilen birim güç başına hacim ve ağırlıkları daha büyüktür.

2.2.1. Kayış Mekanizmaları

2.2.1.1. Düz Kayış Mekanizmaları

Silindirik kasnaklar üzerinde çalışmak için tasarlanmış ince ve düz bant şeklindeki kayışlar olup en basit ve en ucuz kayış tipidir. Düz kayışların yapısı kauçuk, kösele ve tekstil kayışları olmak üzere sınıflandırılabilir. Düz kayışlar eksenler arası mesafenin uzun olduğu yerlerde tercih edilir. Yüksek ön gerilme kuvvetine ihtiyaç duyulur. Hız ve moment olarak geniş bir aralıkta kullanılabilirler. Ön gerilme kuvvetindeki değişimler, V kayışlara göre daha hassastır. Düz kayışlar yüksek hızlarda kullanılmasına rağmen nispeten düşük güçlerde yeterlidir. Güç iletimini sessiz ve etkili bir biçimde sağlarlar. Kayış kasnak üzerine düz ve çapraz olarak iki farklı şekilde sarılırlar. Düz sarım ve çapraz sarım arasındaki fark; düz sarımda her iki kasnak aynı yöne dönerken çapraz sarımda ise zıt yönde hareket ederler. Diğer kayışlara göre en büyük avantajı ucuz olması ve esnek olmasıdır.

Düz kayışlar V kayışlara oranla daha yüksek bir gerdirme kuvveti ile gerdirilmelidir. Bu yüksek gerdirme kuvveti rijit millerin ve yüksek kapasiteli yatakların kullanılmasını gerektirir.



Şekil 2.1. Düz kayış mekanizması

2.2.1.2. Dişli (Zamanlama-Triger) Kayış Mekanizmaları

Şekil bağlı kayış tipidir. Üzerinde diş profili oluşturulmuş kayışlar ve bunlara uygun dişli kasnaklar kullanılarak, eşzaman hareket sağlayan, kayışın kasnak üzerinden kaymadığı mekanizmaların oluşturduğu gruptur. Kasnak ile kayış arasında herhangi bir kayma görülmez. Kayış kasnak arasında kayma görülmez. Elastik malzemelerden oluşturulmuş zincir şeklindedir. Dişli kayış kasnakları hafif işletme koşulları altında çalıştıkları için genel olarak alüminyum, pirinç, çinko alaşımı gibi hafif malzemelerden veya plastikten oluşabilmektedir. Gerekli görüldüğü takdirde dökme demir veya çelikten de üretilebilirler. Gerekli gerginlik miktarı küçük olduğundan yataklara daha küçük kuvvetler uygulanmasını sağlar. En büyük avantajlarından biri herhangi bir hız sınırlaması olmaksızın çalışabilirler. Bu olanak bir yandan sağlanırken diğer yandan darbeli ve beklenmeyen bir yükte karşılaşıldığında kayma hareketi uygulayamadığından emniyet görevini yerine getiremez. Diğer kayış tiplerine göre daha maliyetlidir.

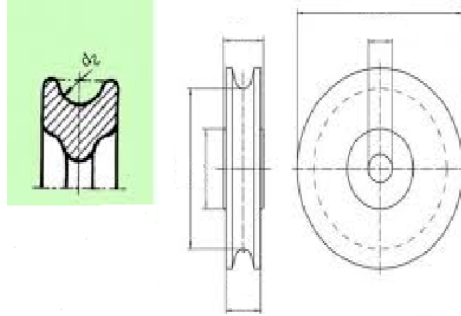
İlk dişli kayışların şekli trapez şeklindedir. Zamanlama kayışları olarak da bilinirler. Trapez kayışlarında yuvarlatmalara gidilerek HTD kayışı olarak bilinen kayış türü elde edilmiştir. Güç kapasiteleri 1000 kW'a kadar ulaşabilmektedir.



Şekil 2.2. Dişli kayış mekanizması

2.2.1.3. Yuvarlak Kayış Mekanizmaları

Yuvarlak kayışların dik-kesitleri, dairedir ve köseleden yapılırlar. Yuvarlak kayışlar, yuvarlak kesilerek veya şeritlerin bükülmesiyle elde edilir. Kayışın kasnak ile değme yüzeyini artırabilmek için, kasnakların ispit kısımlarının çevresine ve yarım daire biçiminde, yuva açılır. Yuvarlak kayışlar, az zorlanan küçük işletimlerde kullanılır. Dikiş makinelerinde, iş tezgâhlarının yağ ve soğutma suyu tulumbalarında bu tip kayışları görebiliriz.



Şekil 2.3. Yuvarlak kayış-kasnak mekanizması

2.2.1.4. V-Kayış Mekanizmaları

Kesiti V profili şeklinde olan, üst yarısına çeşitli tekstil elyaftan çeki elemanları yerleştirilmiş lastik kayışlardır. En yaygın kayış grubudur. Kayış ve kasnaklar standart ölçülerde üretilir. Küçük hacimlerde büyük güçler aktarılmasına olanak sağlarlar. Kayışların dış yüzeyleri aşınmaya dayanıklı bir yapı ile kaplanır. Bu mekanizmalarda

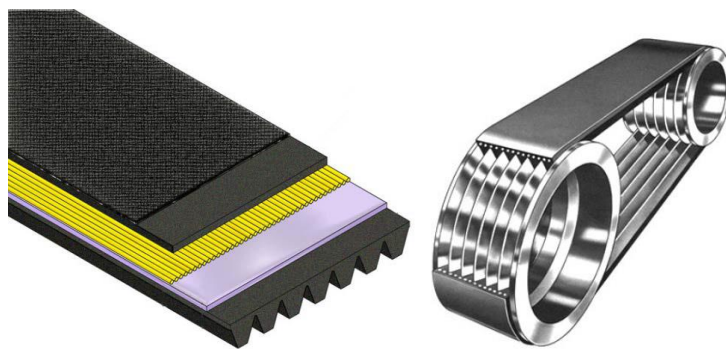
kayış, kasnakta açılmış yiv içerisine yerleşir. Fakat kayış ile kasnaktaki yivin tabanı arasında boşluk bırakılır. Kayış ile kasnak arasındaki temas, yivin yan yüzeylerinin sürtünme kuvvetiyle sağlandığı için, normal kuvvet iletimi de bu yüzeyler arasında olur.



Şekil 2.4. V kayış-kasnak mekanizması

2.2.1.5. Bantlı V Kayışlar

Titreşimli çalışan makinaların tahrikinde kullanılan mekanizmalarda, çoklu V kayışlar yanlamasına, birbirine çarpma, yiv içinden fırlama, hızlı yıpranmaya neden olan dönme etkisi ve belirli bir açıyla kasnağa girme nedeniyle güvenli olmayabilirler. Bu gibi durumlarda kullanılmak üzere üst yüzeylerinden bir bantla birleştirilmiş kayışlara bantlı V kayışlar denir.



Şekil 2.5. Bantlı V kayış-kasnak mekanizması

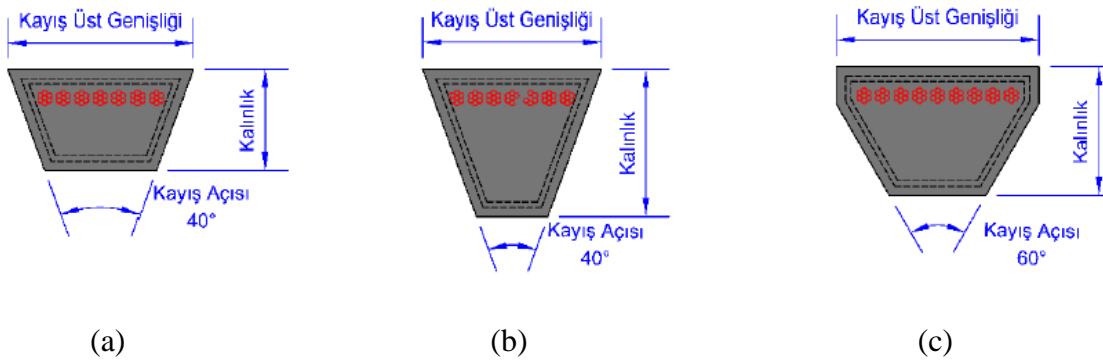
2.2.1.6. Sonsuz V Kayışlar

Belirli uzunluklarda uçsuz olarak kalıplanan ve imal edilen bu grup, biri çekici diğeri ise kasnak yüzeyine oturuca diye iki bölüme ayrılır. Çekici kısım yükü karşılayan üst kısımdaki kord adı verilen ipler olurken, alt taraftaki kauçuk V kayışına elastiklik kazandırır. V Kayışlarının kullanıldığı durumlarda eksen aralığı ayarlanabildiği için V kayışını aşırı zorlamadan yerine takmak ve iyi bir gergi ayarı yapmak mümkündür.

2.2.1.7. Dar V Kayışlar

Zamanla, normal V-kayışlarının kesitlerinin ufak bir kısmı ile bütün yükü taşıdıkları anlaşılmış ve yük taşımada etkili kısımları alınarak daha küçük kesitli dar V kayışları meydana getirilmiştir. Birden fazla konik çalıştırılan mekanizmalarda kuvvetin eşit olarak bütün kayışlara dağıtılması gereklidir. Bu nedenle uzunluk farklarının belirli bir sınırın içinde kalması gereklidir. Bu nedenle kayış boyları hassas olarak aynı şartlar altında ölçülmelidir.

Dar V kayışları aynı kapasitedeki normal kayışlardan daha küçük kesit alanına sahip oldukları için daha az yer kaplarlar. Daha hafif oldukları için merkezkaç kuvvetler daha azdır. Dolayısıyla daha yüksek hızlarda çalışabilirler. Kesit alanlarına oranla daha büyük dış yüzeye sahiptirler. Böylece daha iyi ısı vererek normal V kayışlara oranla daha az ısınır. Yüksek bükülme kabiliyetlerinden dolayı, daha yüksek bükülme frekansına dayanıklıdır.



Şekil 2.6. (a) Normal V kayış kesiti, (b) Dar V kayış kesiti, (c) Geniş V kayış kesiti

2.2.1.8. Ekli V Kayışlar

Ekli V kayışları, uzun kolonlar şeklinde imal edilirler ve piyasada kangal şeklinde bulunurlar. Bunların uçlarını bağlama için atölyelerde delikler açılırken kayışlar birçok kez zedelendikleri için imalatçılar bunu genellikle delikli yaparlar. Bu delikler yüzünden kayışların kesitleri zayıfladıkları için ekli V kayışların bütün kesiti daha kuvvetli yapılmalıdır. Kıvrılarak sarılmış bir bez şerit kauçuğun içinde vulkanize edilerek ekli V kayışları meydana getirilir. Bu yüzden bu kayışlar daha serttir ve çalışmada sonsuz V kayışları kadar küçük kasnaklarda çalışamazlar.



Şekil 2.7. Ekli V- kayış

2.2.1.9. Geniş V Kayışlar

Geniş V kayışlar, kademesiz hız ayar mekanizmalarıyla güç iletiminde kullanılırlar. Bu kayışlar normal ve dişli olmak üzere iki ayrı şekilde imal edilirler. α kanal açıları standartlaştırılmamıştır. Normal geniş V kayış tipleri için $\alpha = 60^\circ$ de iyi sonuçlar alınmıştır. Dişli tiplerde çeşitli imalatçılarca $\alpha = 25^\circ, 27^\circ, 28^\circ, 30^\circ, 34^\circ$ olarak uygulanmaktadır.

2.2.1.10.Çoklu V Kayışlar

Çoklu V kayışlarında, kayışın kasnak tarafına gelen yüzeyindeki yivler, kasnaktaki karşı yivlere oturarak sürtünme bağı arttırıcı bir özellik kazandırır. Bu kayış sürtünme bağı arttırılmış bir düz kayış gibi düşünülebilir. Çoklu V kayışlarının J, L ve M ile gösterilen 3 standart kesiti vardır ve belirli boylarda kapalı imal edilirler.



Şekil 2.8. Çoklu V- kayış

2.2.2. Kasnak Mekanizmaları

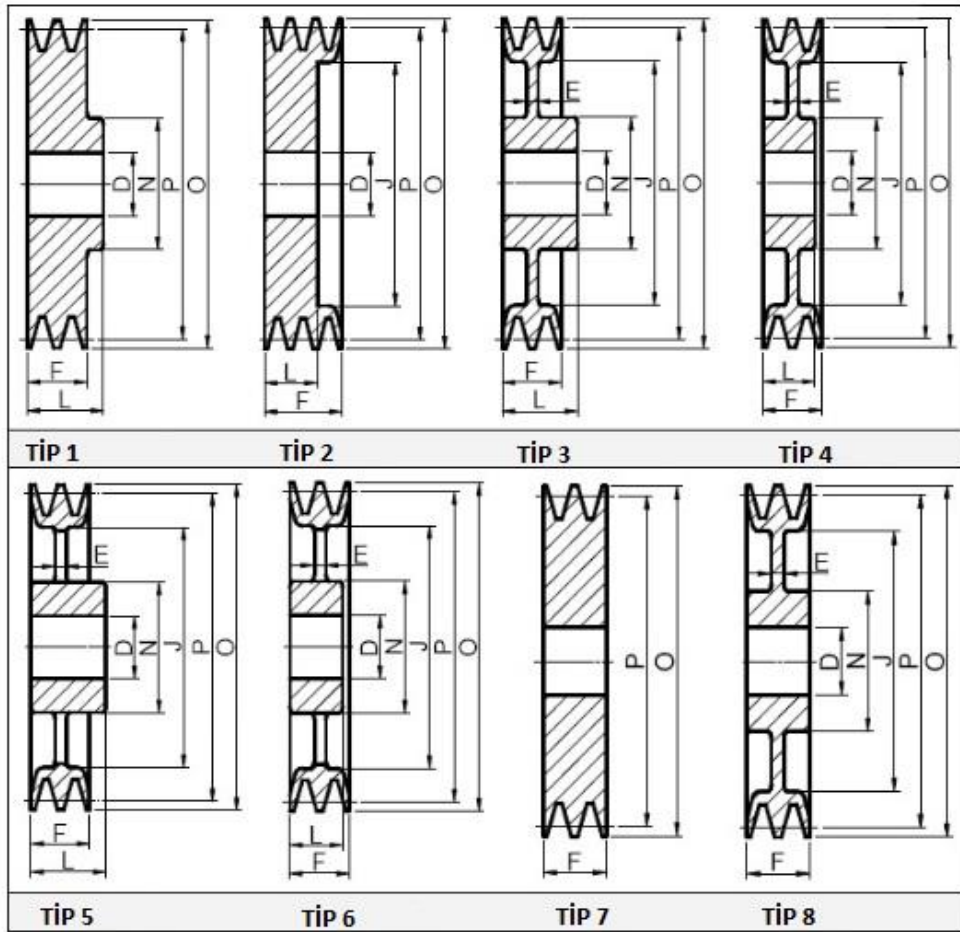
Kasnak mekanizmaları; V-kayış kasnakları, triger/zaman kayış kasnakları, poly-v kasnaklar, halat kasnakları, gergi kasnakları, kademeli kasnaklar, kılavuz kasnaklar, avare kasnaklar, yuvarlak kasnaklar, otomatik ve ayarlanabilir kasnaklar gibi pek çok çeşidi bulunmaktadır. Bir kasnak; ispit (kayışın temas ettiği kısım), göbek (kasnağın mile tutunduğu kısım) ve gövde(ispit ile göbek arasında bağlantıyı sağlayan kısım) olmak üzere üç bölümden oluşur.

Kasnak sistemlerinin; ucuz imalat ve kolay bir şekilde monte olması, tahrik sisteminden aldığı titreşimi kayış vasıtasıyla sönmüleyebilmesi, çalışırken meydana gelebilecek herhangi bir sorunla karşılaşıldığında üzerindeki kayışı parçalayarak sistemi koruması, yüksek devirlerde çalışabilmesi, birbirine uzakta bulunan miller arasında döndürme ve güç iletimini sağlaması ve güç kaybının az olması gibi avantajları barındırırlar.

Bunun yanında; kayışların zamanla sıcaklıktan dolayı sünmesinden dolayı gerilmesinin yol açtığı titreşimler ve kasnak göbeğinde oluşabilecek ciddi sorunlar, kasnak üzerinde biriken toz ve pisliğin kayışın kasnak üzerinde tutunmasını zorlaştırması, kasnağın yapısı itibari ile çok yer kaplaması, dönen elemanlar olduğundan ciddi önlemlerin gerekmesi, kayış gerginliğinin iyi ayarlanmaması durumunda büyük zorlanmaların olması gibi dezavantajlar içerir.

V-Kayış kasnakları;

- SPZ, 10'luk kayış kullanılan kasnak çeşididir.
- SPA, 13'lük kayış kullanılan kasnak çeşididir.
- SPB, 17'lik kayış kullanılan kasnak çeşididir.
- SPC, 10'luk kayış kullanılan kasnak çeşididir.

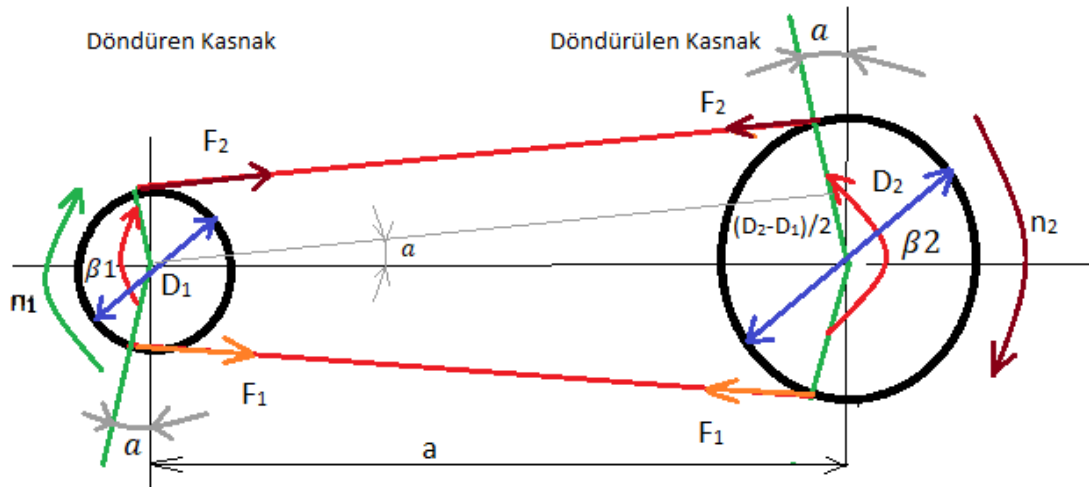


Şekil 2.9. V-kayış kasnağı tasarım biçimleri



Şekil 2.10. Triger/Zaman kasnakları ve poly-V kasnak

2.2.3. V- Kayışların Hesabı



Şekil 2.11. Kayış-kasnak mekanizmasının düz sarılı geometrik şekli

L = V- kayışın uzunluğu

D_1 = Döndüren kasnağın çapı

D_2 = Döndürülen kasnağın çapı

β_1 = Döndüren kasnağın sarım açısı

β_2 = Döndürülen kasnağın sarım açısı

b = V-kayışının genişliği

h = V-kayışının yüksekliği

2.2.3.1. Geometrik Temas Açısı Hesabı

Burada Şekil 2.11'de düz sarı bir kayış - kasnak mekanizmasının şekli gösterilmiştir. döndüren kasnak çapı D_1 , döndürülen kasnak çapı D_2 , merkezler arası mesafe "a", temas açıları döndüren kasnakta β_1 ve döndürülen kasnakta β_2 ile gösterilmektedir. Buna göre sarım açısı $180 \pm 2\alpha$ ile değişir.

Temas açısının hesabı aşağıdaki gibidir;

$$\beta_1 = \pi - 2\alpha = \pi - (D_2 - D_1)/a \text{ (rad)} \quad (3.1)$$

$$\beta_1 = 180 - 2\sin^{-1}(D_2 - D_1)/a \quad (3.2)$$

Kayış kasnak çapraz sarılı ise her iki kasnaktaki sarım açıları birbirine eşittir. Bu durumdaki sarım açıları;

$$\beta_1 = \pi + 2\alpha = \pi + (D_2 + D_1)/a \text{ (rad)} \quad (3.3)$$

$$\beta_1 = 180 + 2\sin^{-1}(D_2 + D_1)/a \quad (3.4)$$

Sarım açısı en az $\beta = 150^\circ$ olabilir.

2.2.3.2. V-Kayış Uzunluğunun Hesabı ve Merkezler Arası Mesafe

Düz sarımlı iki kasnak arasındaki kayış uzunluğu L (mm) hesabı,

$$L = 2a \cos \alpha + (D_1/2) \beta_1 + (D_2/2) \beta_2 \quad (3.5)$$

$$\sin \alpha = \cos \beta_1/2 = (D_2 - D_1)/2 \quad (3.6)$$

$$\beta_1 = \pi - 2\alpha, \quad \beta_2 = \pi + 2\alpha \text{ ile hesaplanır.} \quad (3.7)$$

Burada, eksenler arası mesafe a (mm), çeviren kasnak çapı D_1 (mm) ve çevrilen kasnak çapı D_2 (mm) olarak şekil üzerinde gösterilmiştir.

$$L \cong 2a + \pi/2 (D_1 + D_2) + (D_2 - D_1)^2/4a \quad (3.8)$$

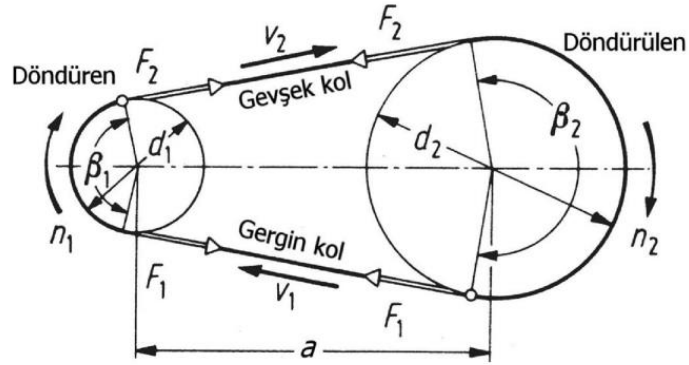
Bir kayış kasnak mekanizmasının redüksiyon veya tahvil oranı;

$$i = D_2/D_1 = n_1/n_2 \quad \text{denklemleri ile gösterilir.} \quad (3.9)$$

Yaklaşık eksenler arası mesafe denklemi;

$$\begin{aligned} a &= D_2 + 1.5 D_1 & i < 3.0 \\ a &= D_2 & i > 3.0 \end{aligned} \quad (3.10)$$

2.2.3.3. Çevre Hızı (V)



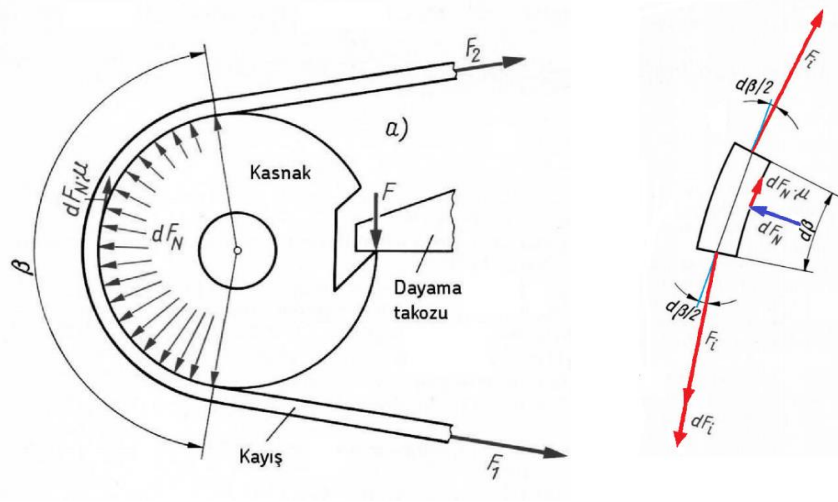
Şekil 2.12. Çevre hızlarının gösterilmesi

$$V = w_1 D_1/2 = w_2 D_2/2$$

$$V = \frac{2\pi n}{60} D_1/2 = \frac{2\pi n}{60} D_2/2$$

$$V = \frac{\pi n}{60} D_1 = \frac{\pi n}{60} D_2 \quad (3.11)$$

2.2.3.4. Kayışta Meydana Gelen Kuvvetlerinin Hesabı



Şekil 2.13. Kayışta meydana gelen kuvvetler

Normal kuvvetler dengesi;

$$dF_N = (F_i + dF_i) \cdot d\beta/2 + F_i \cdot d\beta/2$$

Sonsuz küçük kuvvetler ihmal edildiğinde,

$$dF_N \cong F_i \cdot d\beta \quad (3.12)$$

Kayış kasnak üzerinde kaymama şartı ise;

$$dF_i \leq \mu \cdot dF_N$$

$$dF_i \leq \mu \cdot F_i \cdot d\beta$$

$$\frac{dF_i}{F_i} \leq \mu \cdot d\beta \text{ elde edilir.}$$

$$\int_{F_2}^{F_1} \frac{dF_i}{F_i} \leq \mu \cdot \int_0^\beta d\beta$$

$$\frac{F_1}{F_2} \leq e^{\mu \cdot \beta} \text{ denklemi ile kayışın kaymama şartı elde edilir.} \quad (3.13)$$

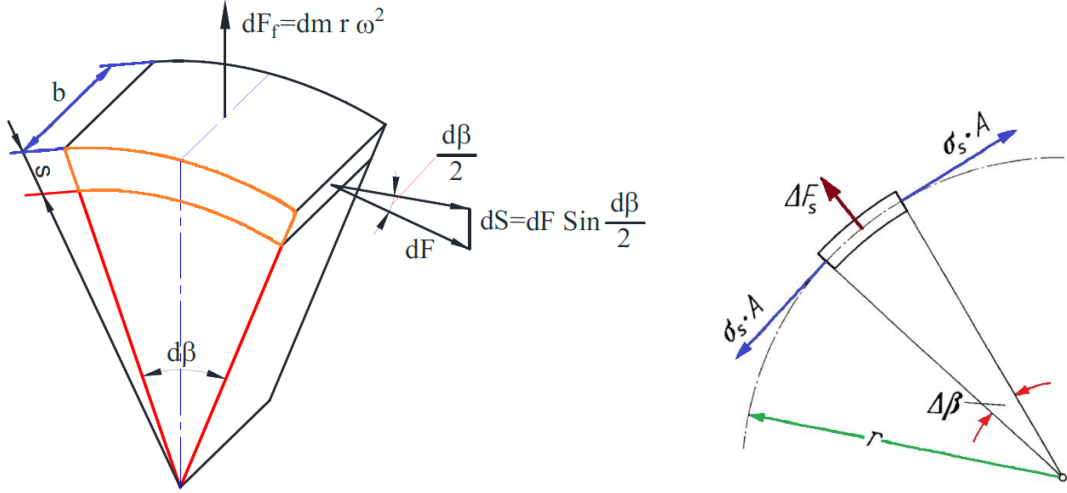
F_1 = Gergin koldaki kuvvet

F_2 = Gevşek koldaki kuvvet

2.2.3.5. Kayışta Meydana Gelen Zorlamalar ve Merkezkaç Kuvveti

Kayışın üzerinde meydana gelen F_1 ve F_2 kol kuvvetleri; kayışın gergin kolunda σ_1 , gevşek kolunda σ_2 çeki gerilmelerine neden olur. Bu gerilmelerin formülleri;

$$\sigma_1 = F_1/A = \frac{F_2}{A} e^{\mu \cdot \beta} = \sigma_2 e^{\mu \cdot \beta} \quad \text{şeklinde gösterilir.} \quad (3.14)$$



Şekil 2.14. Merkezkaç kuvveti ve gerilmeler

Şekil 2.14'e bakıldığında sonsuz küçük kayış parçasına etki eden merkezkaç kuvveti;

$$\Delta F_s = dm \cdot r \cdot \omega^2$$

$$dm = \Delta \beta \cdot r \cdot A \cdot \rho$$

$$\Delta F_s = A \cdot \rho \cdot r^2 \cdot \omega^2 \cdot \Delta \beta \quad (3.15)$$

$$r^2 \cdot \omega^2 = V^2$$

$$\Delta F_s = A \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \Delta\beta$$

Şekil 2.14.'e bakıldığında denklem radyal doğrultuda yazılırsa;

$$\sigma_s \cdot A \cdot (\Delta\beta/2) + \sigma_s \cdot A \cdot (\Delta\beta/2) = \sigma_s \cdot A \cdot \rho \cdot \Delta\beta = \Delta F_s$$

$$\sigma_s = \rho \cdot V^2 \quad (3.16)$$

2.2.3.6. Optimum ve Sınır Hız

Kayış kasnak mekanizmalarında iletilebilecek güç;

$$P = F_{\zeta} \cdot v \quad F_{\zeta} = F_1 - F_2 \quad \text{ve} \quad F_1/F_2 = e^{\mu \cdot \beta} \quad \text{eşitlikleri sonucu}$$

$$F_{\zeta} = F_1 \frac{e^{\mu \cdot \beta} - 1}{e^{\mu \cdot \beta}} \quad (3.17)$$

$$P = F_{\zeta} \cdot v = (F_1 - F_2) \frac{e^{\mu \cdot \beta} - 1}{e^{\mu \cdot \beta}} v = A (\sigma_1 \cdot \sigma_f) \frac{e^{\mu \cdot \beta} - 1}{e^{\mu \cdot \beta}} \quad (3.18)$$

$$P = (\sigma_1 \cdot \rho v^2) v \frac{e^{\mu \cdot \beta} - 1}{e^{\mu \cdot \beta}} A \quad (3.19)$$

Sarım açısı, sürtünme katsayısı ve hızdan bağımsız olarak düşünülüp K şeklinde bir sabitle ifade gösterilebilir;

$$K = \frac{e^{\mu \cdot \beta} - 1}{e^{\mu \cdot \beta}} A$$

Buradan da

$$P = (\sigma_1 \cdot \rho v^2) v K \quad \text{bulunur.} \quad (3.20)$$

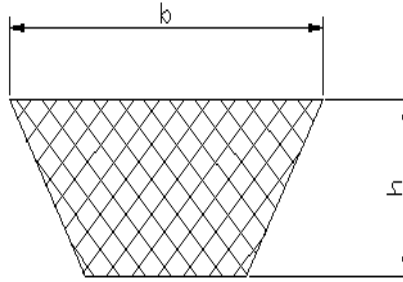
$$v = \sqrt{\frac{\sigma_1}{\rho}} = v_{\text{sinir}} \quad (3.21)$$

$v = 0$ ile $v = v_{\text{sinir}}$ hıza ulaşıldığında en büyük güç nakledilebilir. Bu durumda optimum hız;

$$\frac{dP}{dv} = (\sigma_1 - 3\rho v^2) K$$

$$\frac{dP}{dv} = 0 \rightarrow v_{\text{op}} = \sqrt{\frac{\sigma_1}{3\rho}} = 0.58 v_{\text{sinir}} \text{ bulunur.} \quad (3.22)$$

2.2.3.7. Standart Kayış Profilleri



Şekil 2.15. Standart V-kayış profilini gösterilişi

Şekil 2.15'te standar v kayış profili gösterilmiştir. “b” kayış üst genişliğini ifade ederken, b_w etken kayış üst kesitini ifade eder.

“h” kayış yüksekliğini ifade ederken h_w ise etken kayış yüksekliğini ifade eder. Kasnak etken çapı ise d_w ile gösterilir.

Tablo 2.3. Standart V- kayış ölçü değerleri

5x3	6x4	8x5	10x6	13x8	17x11	20x12,5	25x16	32x20	40x25	50x32
-----	-----	-----	------	------	-------	---------	-------	-------	-------	-------

Tablo 2.4. Sonsuz dar V-kayışları TS 198/4 ve DIN 7753 (Ölçüler mm olarak verilmiştir.)

Kayış profili	ISO kısa işareti		SPZ	SPA	SPB	-	SPC	Birden fazla kayışlı mekanizmalarda kayışlardaki müsaade edilen maksimum etken boyu farkları	
	Kısa işareti		-	-	-	19	-		
	Anma genişliği b		9	12	16	19	21		
Üst genişlik bo		9,7	12,7	16,3	18,6	22			
Etken genişlik bw		8,5	11	14	16	19			
Kayış yüksekliği h		8	10	13	15	18			
Aralık hw		2	2,8	3,5	4	4,8			
İlgili kasnak etken çapı (TS 148/11 veya DIN 2211) dw		63	90	140	224	224			
Etken boyu L _w		Alt ve üst Ölçü farkı		Dış çevre boy L _a					
630		±6	643						1
710		±7	723						
800		±8	813	818					
900		±9	913	918				1,6	
1000		±10	1013	1018					
1120		±11	1133	1138					
1250		±12	1263	1268	1272				
1400		±14	1413	1418	1422			2,5	
1600		±16	1613	1618	1622	1625			
1800		±18	1813	1818	1822	1825			
2000		±20	2013	2018	2022	2025	2030		
2240		±22	2253	2258	2262	2265	2270	4	
2500		±25	2513	2518	2522	2525	2530		
2800		±28	2813	2818	2822	2825	2830		
3150		±32	3163	3168	3172	3175	3180		
Etken genişlik (b _w) kayışın nötr tabakasında ölçülen genişliktir.				L _a = L _w + 25 : 19 “				2) Ara boylar kullanılmaktan kaçınılmıyorsa şu kademeler seçilir: L _a = 500...20000 mm için 25 mm aralıklı L _a = 2050... 3000 mm için 50 mm aralıklı	
1) Etken boyu (L _w) ile dış çevre (L _a) arasındaki bağıntı şöyledir: L _a = L _w + 2 π : h _w L _a = L _w + 13 : SPZ profilinde L _a = L _w + 18 : SPA “ L _a = L _w + 22 : SPB “				L _a = L _w + 30 : SPC “					
				3) 19 profilili kayış imkan dahilinde kullanılmalıdır.					

2.2.3.8. Standart Kayış Uzunlukları

$$L_w \geq L_{iç} + 2b \text{ (mm)}$$

Tablo 2.5. Standart V-kayış ölçüleri

100	200	400	800	1600	2800
112	224	450	900	1800	3150
125	250	500	1000	2000	3550
140	280	560	1120	2120	4000
160	315	630	1250	2240	4500
180	355	710	1400	2500	5000

Standart V-kayışlarının gösterilişi;

17x1400TS148

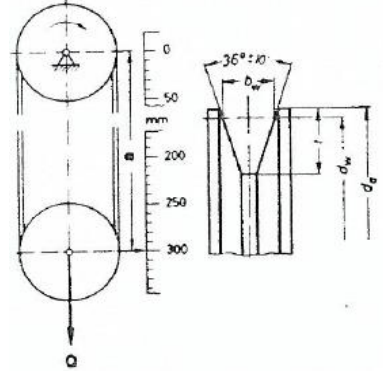
İlk iki rakam V kayış genişliğini sonraki dört rakam V kayış uzunluğunu, TS ise Türk Standardını temsil eder.

Tablo 2.6. Dar V-kayış kasnakları (TS 148/11 veya DIN 2211'den özet)(Ölçüler mm olarak verilmiştir.)

Profil	ISO-Kısa işaretli	SPZ	SPA	SPB	(S 19)	SPC	
	Kayışın anma genişliği	9	12	16	19	21	
TS 198/1 ve TS 198/2'nin uyan kayışları	b	10	13	17	–	22	
Etken genişlik	bw	8,5	11	14	16	19	
Kasnak ağız genişliği	b ₁	9,7	12,7	16,3	18,6	22	
	c _{min}	2	2,8	3,5	4	4,8	
Kayıştan kayışa adım	e	12±0,3	15±0,3	19±0,4	22±0,4	26±0,5	
Kenar uzaklığı	f	8±0,6	10±0,6	12,5±0,8	14,5±0,8	17±1	
V-kanalın derinliği	t _{min}	11	14	18	20	24	
Küçük kasnağın etken çapı D ₁	α=34°	63...80	90...118	140...190	180...250	224...315	
	α=38°	>80	>118	>190	>250	>315	
α açısında tolerans		α=34°,38°	±1°	±1°	±1°	±30°	
Maksimum genişlik b _{mak}	Kasnaktaki kanal yuvası sayısı	1	16	20	44	29	34
		2	28	35	63	51	60
		3	40	50	82	73	86
		4	52	65	101	95	112
		5	64	80	120	117	138
		6	76	95	139	139	164
		7	88	110	158	161	190
		8	100	125	177	183	216
		9	112	140	196	205	242
		10	124	155	215	227	268
		11	136	170	234	249	294
		12	148	185		271	320

Tablo 2.7. ISO tarafından tavsiye edilen dar-V-kayış boylarının kontrol kasnakları ve kontrol kuvvetleri
(Verilen ölçüler mm' dir. Tablodaki resim DIN 7753 Alman Normundan alındı.)

Kayış profili	Kontrol kasnakların ölçüleri						
	Etken çevre uzunluğu U_w	Etken Çap $d_w \pm 0,05$	Dış Çap $d_a \pm 0,05$	Etken Genişlik b_w	Kanal üst Genişliği $b \pm 0,03$	Minimum Yuva Derinliği t	Kontrol Yüklü Q kg
SPZ	300	95,49	100	8,5	9,80	11	36
SPA	450	143,24	149	11,0	12,82	14	56
SPB	600	190,99	198	14,0	16,27	17	90
19	800	254,65	263	16,0	18,60	20	120
SPC	1000	318,31	328	19,0	22,20	24	150
$L_w = 2a + U_w$ olarak ölçülür.							

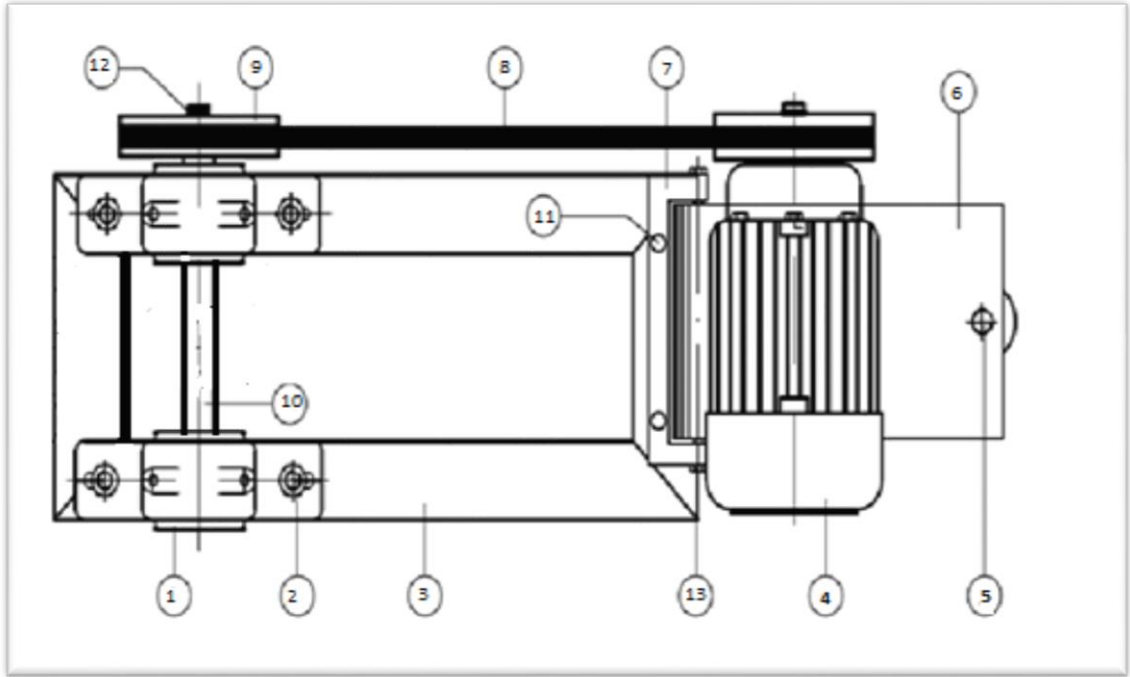


*TS 198 föyünde Türk Standartları kontrol kasnağının da dış çapında ölçülen b kanal üst genişliği de verdiklerinden tablomuzda bu ölçüler verildi.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

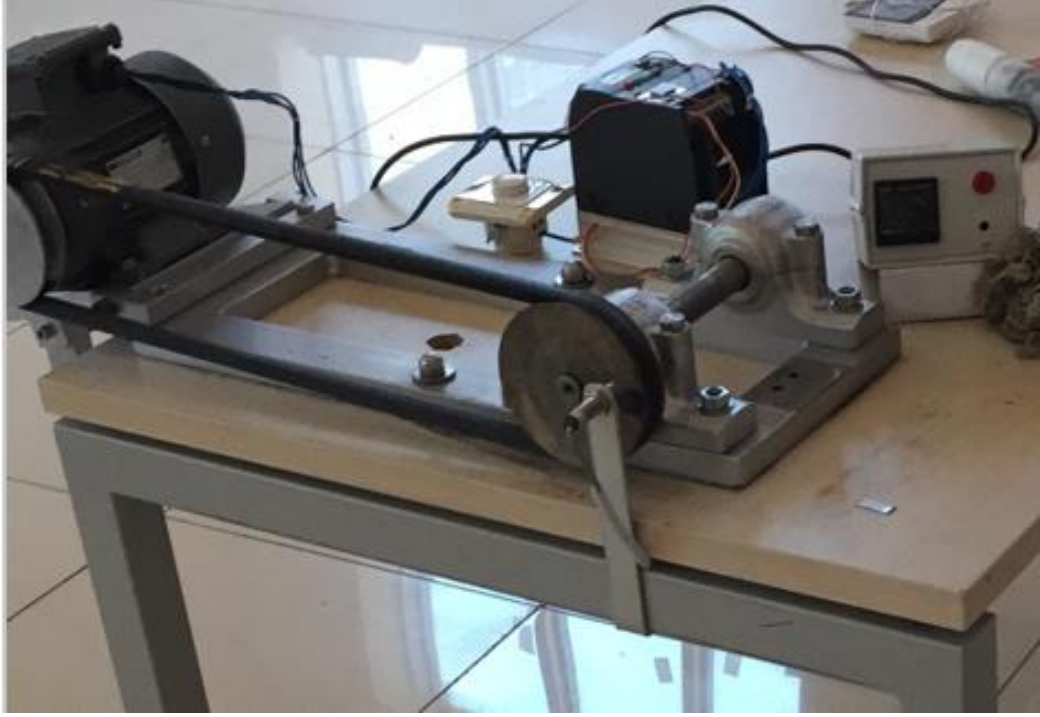
3.1. Deney Düzenəğinin Hazırlanması

Deney için döküm kasnaklar torna tezgâhında imal edildi. V-kayışların otomatik soğutulmasının yapılması için 0,5 mm galvaniz sac kullanılarak eğik ve düz kanatlar imal edildi. Hazır hale getirilen deney düzenėği şeması aşağıdaki gibidir.



- | | | |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------|
| 1) Rulman yatağı | 6) Motor altlığı | 11) Cıvata M8x1,25 |
| 2) Cıvata ve somu | 7) Yatak | 12) Segman |
| 3) Altlık | 8) V-Kayışı | 13) Cıvata |
| 4) Elektrik motoru ve döndüren kasnak | 9) Döndürülen Kasnak | |
| 5) Askı takımı | 10) Mil | |

Şekil 3.1. Deney seti şeması



Şekil 3.2. Deney seti fotoğrafı



Şekil 3.3. Gerdirme ağırlık sistemi

Hazırlanan deney setine, deney sonuçlarını ölçmek için; deney düzeneğindeki döndürülen kasnak üzerine bir takometre cihazı (ECH 4400) monte edildi. 4000-8000-16000-32000

64000 devir döndükten sonra kayış ve kasnak sıcaklık kontrolü yapabilmek için Infrared Lazer Termometre tedarik edildi.

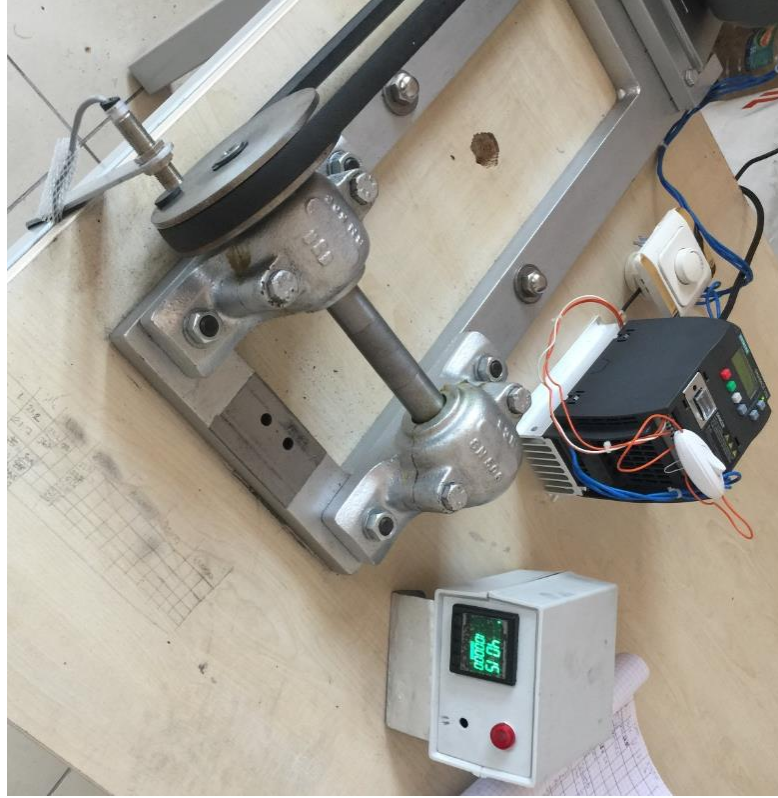
3.1.1. Tahrik Mekanizması

Deney setinde kullanılan elektrik motoru GAMAK marka üretimi bir trifaze motordur. Motorun elektriksel gücü 0,25 kW olmakla beraber, güç katsayısı $\cos\phi$ 0.72, 1.73 tork ve 0.81 amper akım çekmektedir. Motor kutup sargıları yıldız bağlantı yapılarak 220 Volt alternatif akım ile beslenmektedir. Motor milinin devir sayısı 1380 d/dk' dır.

Motorun devir sayısını ve motor hız kontrolünü ayarlayabilmek için Siemens Sinamics V20 hız kontrol cihazı bağlanmış olup 15 Hertze ayarlanmıştır. Bu da yaklaşık dakikada 900 devire tekabül eder. ENDA SİSEL A.Ş. üretimi olan ECH 4400 sayıcı ve takometre, sensörden (PNP endüktif) sensör ise sinyali kasnağın yüzey kenarına takılan küçük bir metal ile her devir başı bir tur olarak okur.



Şekil 3.4. Switch ve hız kontrol cihazı



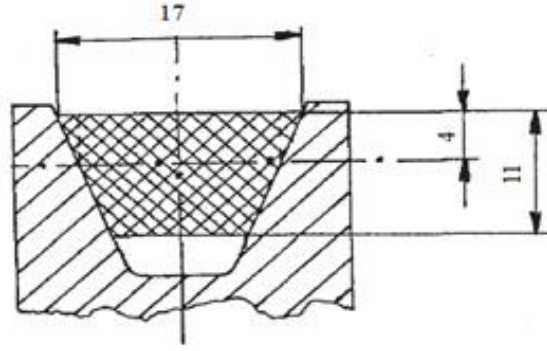
Şekil 3.5. ECH 4400 sayıcı ve takometre

3.1.2. Gerdirme Sistemi

Şekil 3.1'e bakıldığında; elektrik motoru (4), askı aralığı (5) ve bir motor altlığı (6) ile kasnağın ağırlığı toplam 15 kilogramlık ağırlık ve deney kayışlarının gerdirme ağırlığı Şekil 3.3'teki gibi sabit tutularak deney gerçekleştirildi. Kayışların kolay bir şekilde değiştirilmesi için ağırlık, motor altlığına mafsalla bağlandı. Böylece gerdirme ağırlıkları manuel yapılarak, kayışın çıkarılıp ve kayışın takılması kolaylaştırıldı. Gerdirme ağırlıklarının rahat şekilde kontrol edilmeleri sağlandı.

3.1.3. Kullanılan Kayış Tipi

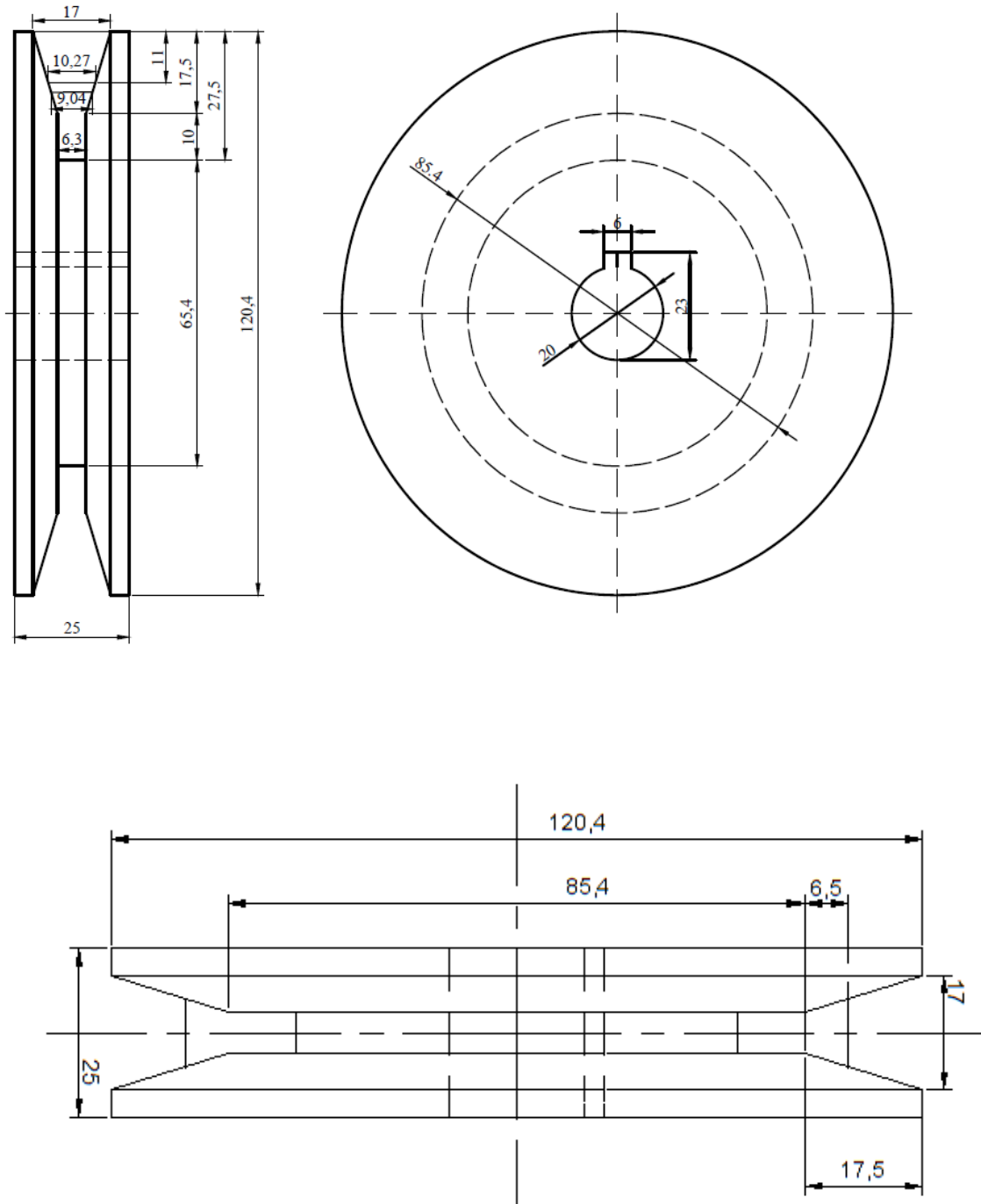
Kasnakları döndürmek için kullanılan kayış tipi Powerspan CL by continental contitech firmasından üretilmiş olan normal V-kayıştır. V-Kayışın broşüründe yer alan standart ölçüleri 17x1400 olarak belirtilmiştir. Şekil 3.2'de kayış, kasnaklarda takılı olarak gösterilmiştir. Kayışın genişliği 17 mm ve iç çevre uzunluğu 1400mm'dir. Şekil 3.6'da deneyde kullanılan kayışın standart ölçüleri gösterilmiştir.



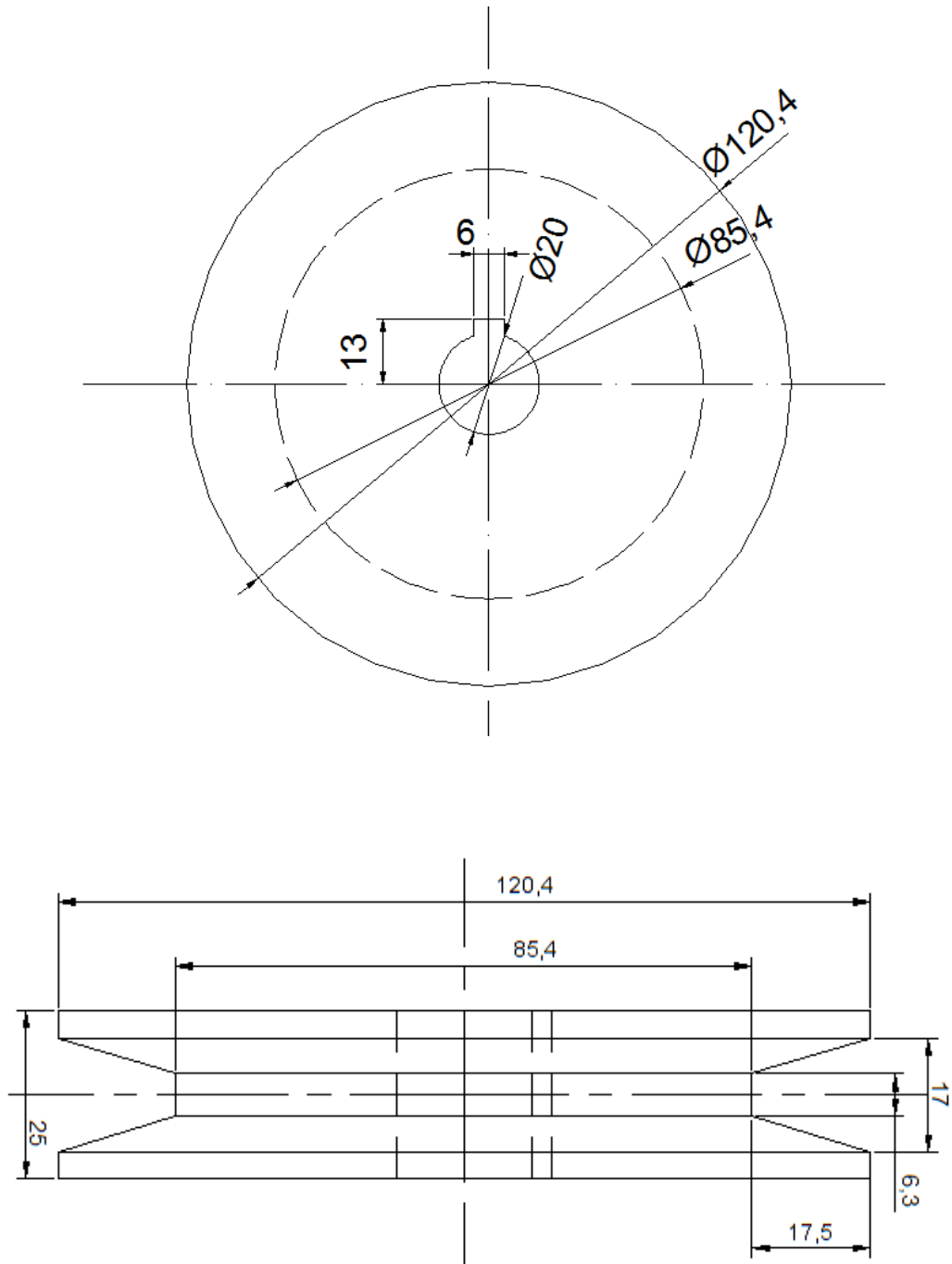
Şekil 3.6. Kayış ebatları

3.1.4. Kullanılan Kasnaklar

Deney düzeneğinde kullanılan kasnaklar döküm demir malzemedен yapılmış malzemedir. Kasnaklardan biri (döndüren-tahrik kasnak) motor için imal edilmiş olup, bir adet kanatsız kasnak, birer adet 8, 16, 32 düz kanat ve birer adet de 8, 16, 32 eğik kanatlara sahip toplamda 8 adet dökme demir kasnak imal edilmiştir. Kasnakların imal edilmesinden sonra 0,5 mm kalınlıkta galvaniz sac levha tedarik edilerek, istenilen kanat ölçülerinde kesilerek hazırlanmıştır. Kasnaklar eşit aralıklara bölünerek kanatlar eşit aralıklarda olmasına azami özen gösterilerek, güçlü bir activator yapıştırıcıyla monte edilmiştir. Eğik kanatlarda yapılan işlemler; düz kanatlarda olduğu gibi istenilen ölçülerde galvaniz sac levha makasla kesilerek, açı verilmesiyle montajı yapıldı.



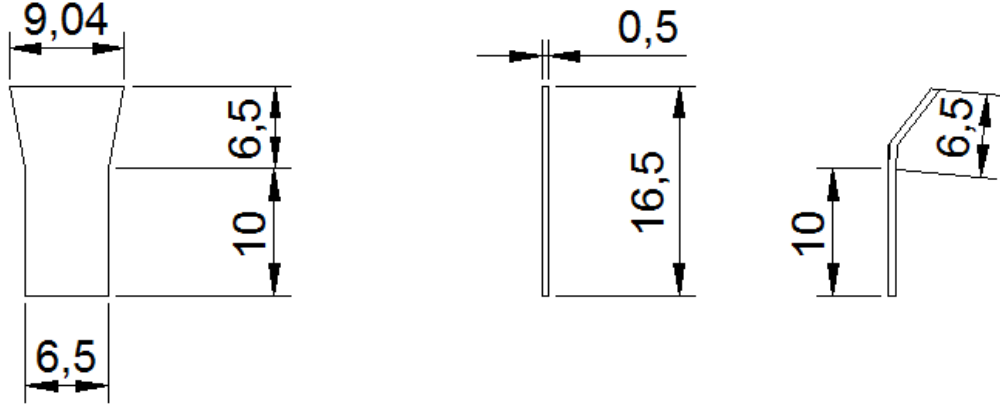
Şekil 3.7. Kanatlı kasnak ölçüleri



Şekil 3.8. Kanatsız kasnak ölçüleri

3.1.5. Kasnaklarda Kullanılan Kasnak ve Kanat Şekilleri ve Ölçüleri

Deney setinde kullanılan kanat ölçülerine ait teknik resim fotoğrafları aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.9. Kanat ölçüleri



Şekil 3.10. Kanatsız kasnak fotoğrafı

Şekil 3.9'da düz ve eğik kanat profilleri ve Şekil 3.10'da imalatı bitmiş kanatsız kasnak yer almaktadır.



Şekil 3.11. Düz kanatlı kasnak fotoğrafı



Şekil 3.12. Eğik kanatlı kasnak fotoğrafı



Şekil 3.13. Düz kanat fotoğrafı



Şekil 3.14. Eğik kanat fotoğrafı

3.2. Deneylerin Yapılışı ve Sonuçları

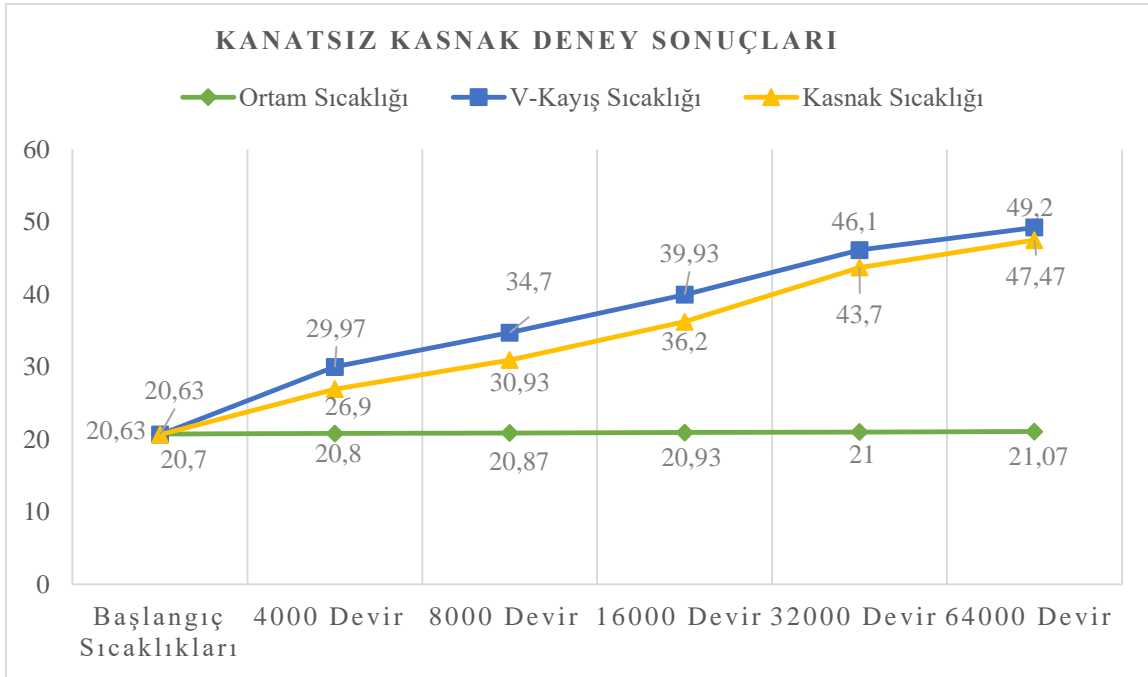
Deney seti hazırlanarak kuruldu. Deney için belirlenen devirler; 4000, 8000, 16000, 32000 ve 64000 olmak üzere 5 farklı toplam devir sayısı belirlendi. Döndürülen kasnaklara yerleştirilen takometre ile istenilen devir sayılarına ulaşıldığında kasnak ve kayışların belirlenen noktalardan infrared lazer termometre ile en yüksek sıcaklıklar ölçülerek tabloda gösterildi. Yapılan bu deneylerin ortalama değerlerinin alınabilmesi ve hata paylarının azaltılabilmesi için 3 defa tekrarlanarak bu deneylerin sonuçlarının ortalaması alındı.

Yapılan deneyin ortam sıcaklığı ise; deneylere başlamadan önce laboratuvarında bulunan oda termostatı ile sürekli kontrol edilerek, her deneyde ayrı ayrı tabloda kaydedildi. Her deney için deneye başlamadan önce kasnakların ve kayışların sıcaklıkları ayrıca ortam sıcaklığı ölçüldü. Yapılan her deney kasnak ve kayışın soğuması için farklı günlerde veya uzun dinlenme aralıklarında tekrarlandı. Deneyde kullanılan V kayışlar değiştirilerek, kayışların sürtünmeden dolayı aşınması engellenerek, kayma miktarları minimize edildi.

İlk olarak kanatsız kasnakların deneyi yapılarak diğer sonuçlar ile kıyaslandı. Elde edilen 3 deneyin sonuçlarının ortalaması alındı. Aynı ortam şartlarında deneyler tekrarlandı. Deneyler sırasıyla 8, 16 ve 32 kanata sahip düz ve eğik kanatlı kasnaklar için ayrı ayrı 3'er defa yapıp deney ortalamaları alındı. Toplam devir sayısı sonunda V-kayışı ve dökme demir kasnakların ulaştığı en yüksek sıcaklıklar baz alınarak tablo ve grafikleri oluşturuldu. Çizilen bu grafikler ve tablolar sırasıyla aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.1. Kanatsız kasnak deney sonuçları

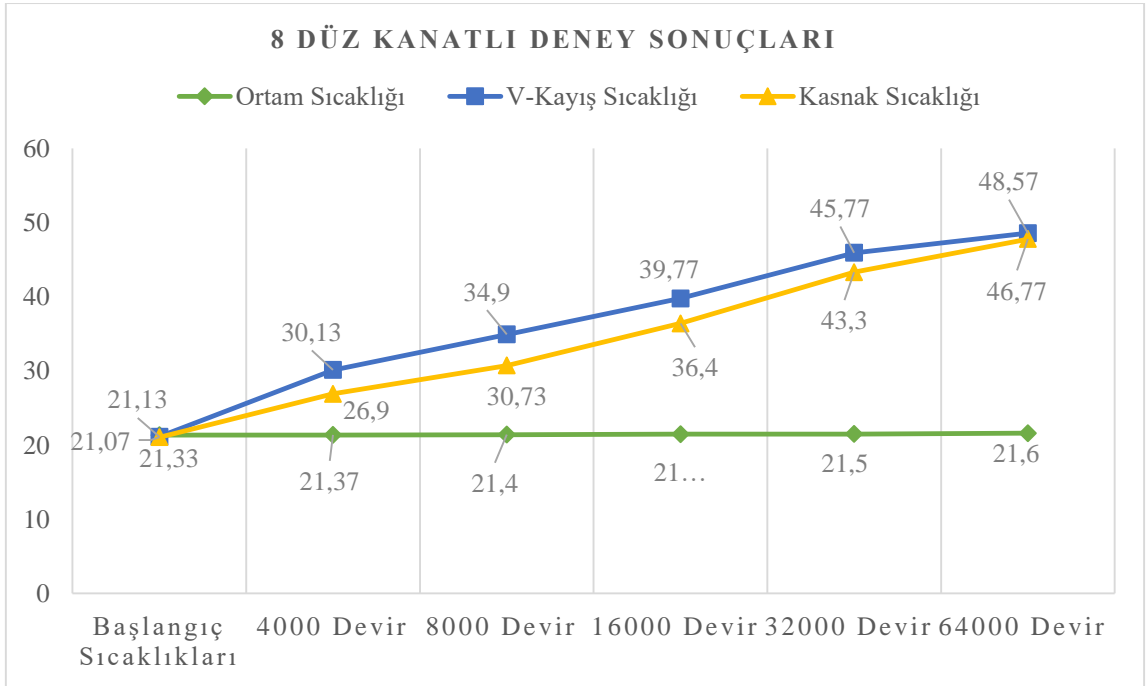
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				Ortalama
			I	II	III	
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	20,5	21,1	20,9	20,7
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	20,3	20,8	20,8	20,63
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	20,3	20,9	20,7	20,63
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,5	21,1	20,8	20,80
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	29,7	30,2	30,0	29,97
	Kasnak Sıcaklığı	3-	26,3	27,3	27,1	26,90
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,6	21,1	20,9	20,87
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	34,2	35,1	34,8	34,70
	Kasnak Sıcaklığı	3-	30,5	31,2	31,1	30,93
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,7	21,2	20,9	20,93
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	39,5	40,1	40,2	39,93
	Kasnak Sıcaklığı	3-	35,7	36,5	36,4	36,20
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,7	21,3	21,0	21,00
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	45,8	46,4	46,1	46,10
	Kasnak Sıcaklığı	3-	43,1	44,2	43,8	43,70
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,8	21,4	21,0	21,07
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	49,1	49,3	49,2	49,20
	Kasnak Sıcaklığı	3-	47,1	47,7	47,6	47,47



Şekil 3.15. Kanatsız kasnak deney grafiği

Tablo 3.2. Düz 8 kanatlı kasnak deney sonuçları

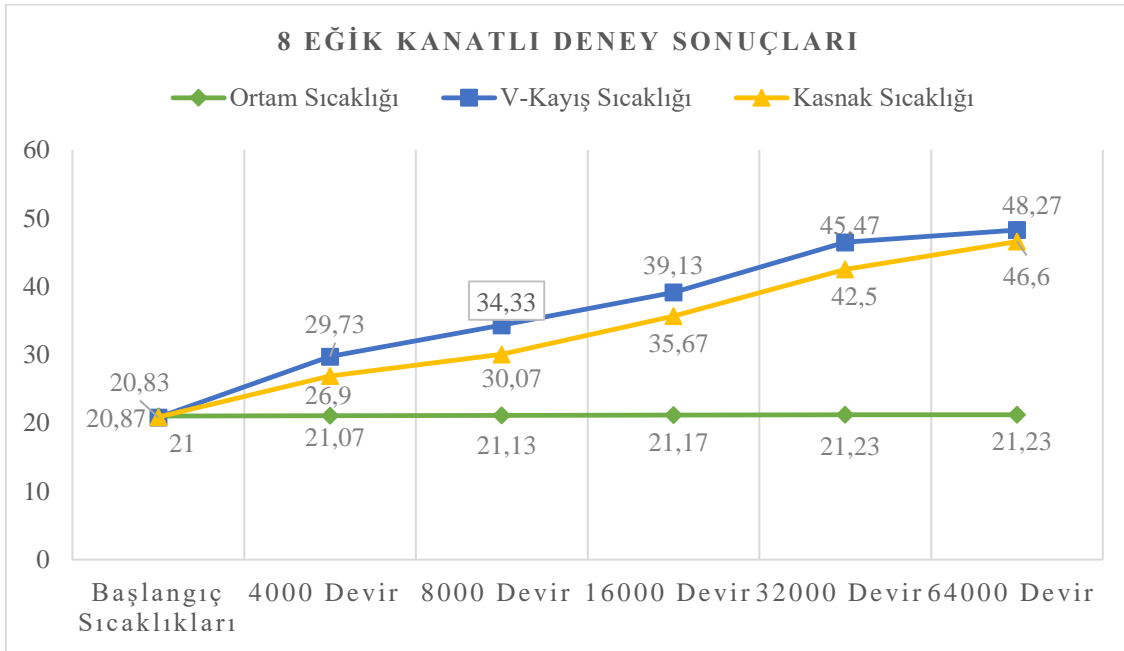
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				
			I	II	III	Ortalama
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	21,3	20,9	21,8	21,33
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	21,1	20,6	21,7	21,13
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	21,0	20,7	21,5	21,07
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,3	21,1	21,7	21,37
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	30,3	29,7	30,4	30,13
	Kasnak Sıcaklığı	3-	26,7	26,5	27,5	26,90
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,4	21,1	21,7	21,40
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	34,8	34,6	35,3	34,90
	Kasnak Sıcaklığı	3-	30,7	30,6	30,9	30,73
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,4	21,2	21,8	21,47
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	39,7	39,5	40,1	39,77
	Kasnak Sıcaklığı	3-	36,2	36,1	36,9	36,40
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,5	21,2	21,8	21,50
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	45,9	45,4	46,4	45,90
	Kasnak Sıcaklığı	3-	43,3	42,7	43,9	43,30
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,6	21,3	21,9	21,60
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	48,7	48,1	48,9	48,57
	Kasnak Sıcaklığı	3-	46,7	46,3	47,3	46,77



Şekil 3.16. 8 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları

Tablo 3.3. 8 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları

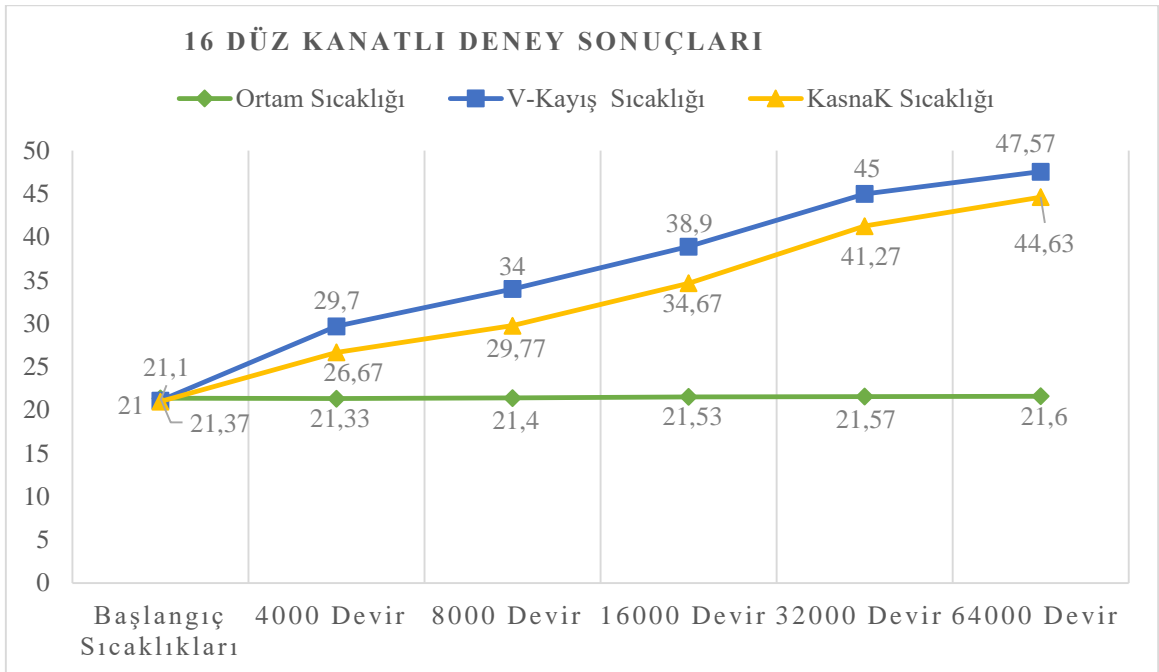
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				
			I	II	III	Ortalama
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	21,2	20,7	21,1	21,00
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	21,0	20,6	20,9	20,83
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	21,1	20,6	20,9	20,87
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,2	20,8	21,2	21,07
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	29,9	29,2	30,1	29,73
	Kasnak Sıcaklığı	3-	27,0	26,4	27,3	26,90
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,3	20,9	21,2	21,13
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	34,6	33,9	34,5	34,33
	Kasnak Sıcaklığı	3-	30,3	29,7	30,2	30,07
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,3	20,9	21,3	21,17
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	39,2	38,7	39,5	39,13
	Kasnak Sıcaklığı	3-	36,2	35,1	35,7	35,67
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,4	21,0	21,3	21,23
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	46,0	44,9	45,5	45,47
	Kasnak Sıcaklığı	3-	42,5	42,1	42,9	42,50
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,4	21,0	21,3	21,23
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	48,5	47,9	48,4	48,27
	Kasnak Sıcaklığı	3-	47,4	46,1	46,3	46,60



Şekil 3.17. 8 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları

Tablo 3.4. 16 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları

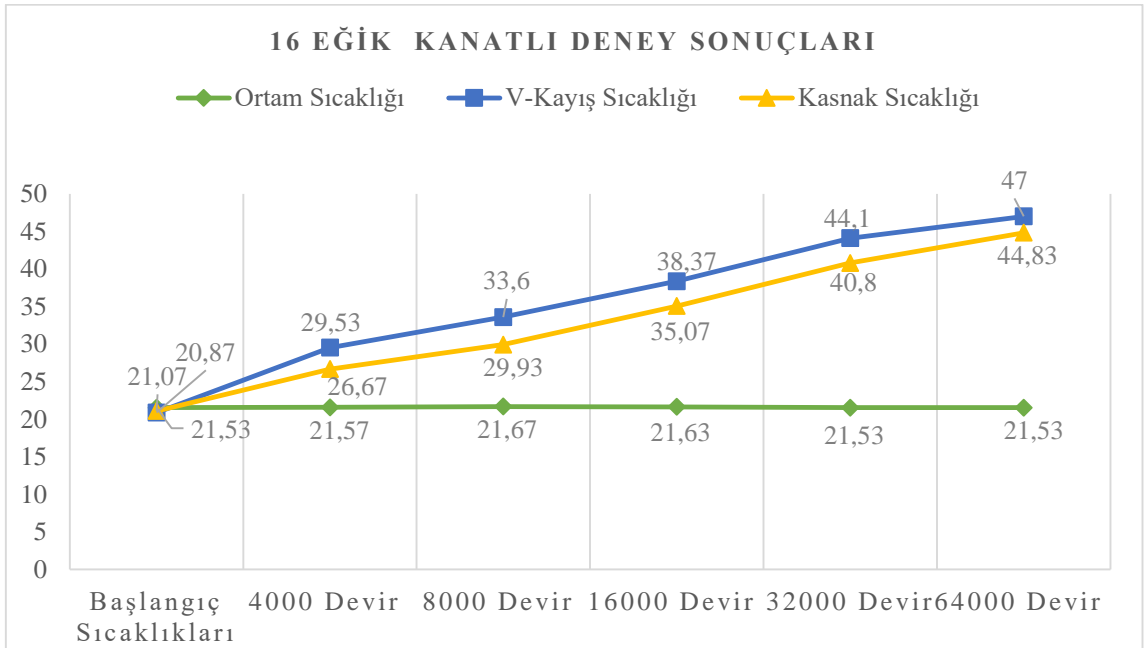
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				
		I	II	III	Ortalama	
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	22,0	20,5	21,6	21,37
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	21,7	20,4	21,2	21,10
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	21,6	20,4	21,3	21,00
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,9	20,5	21,6	21,33
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	30,1	29,2	29,8	29,70
	Kasnak Sıcaklığı	3-	27,1	26,0	26,9	26,67
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,0	20,6	21,6	21,40
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	34,4	33,5	34,1	34,00
	Kasnak Sıcaklığı	3-	30,5	29,1	29,7	29,77
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,2	20,7	21,7	21,53
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	39,0	38,6	39,1	38,90
	Kasnak Sıcaklığı	3-	35,1	34,3	34,6	34,67
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,2	20,7	21,8	21,57
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	45,4	44,5	45,1	45,00
	Kasnak Sıcaklığı	3-	41,7	40,8	41,3	41,27
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,2	20,8	21,8	21,60
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	48,0	47,1	47,6	47,57
	Kasnak Sıcaklığı	3-	45,1	44,2	44,6	44,63



Şekil 3.18. 16 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları

Tablo 3.5. 16 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları

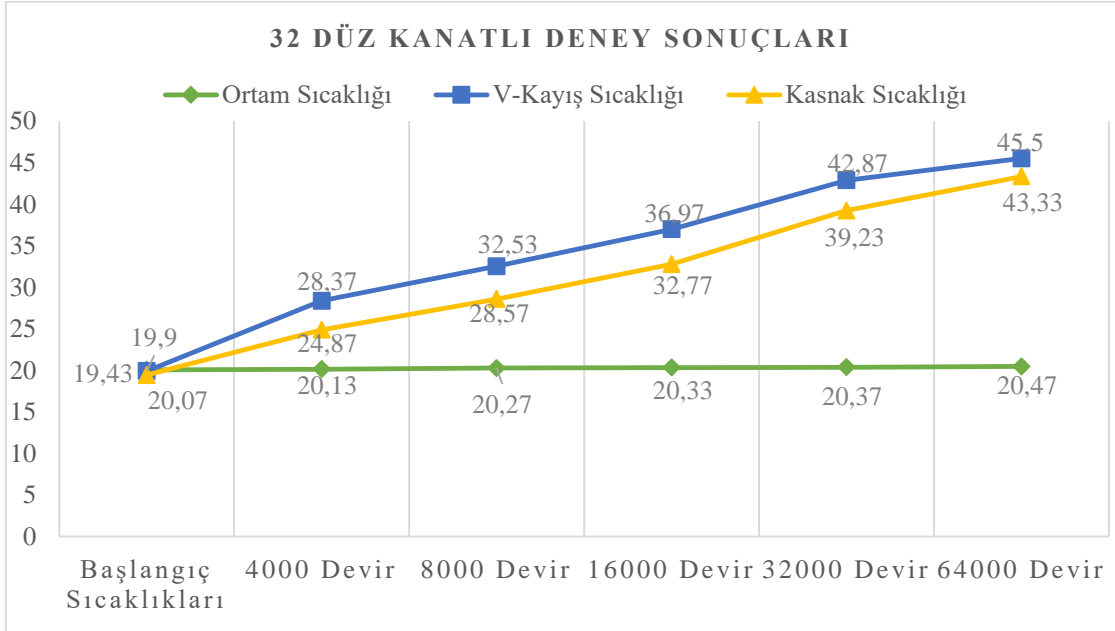
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				
			I	II	III	Ortalama
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	22,0	20,6	22,0	21,53
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	21,2	20,1	21,3	20,87
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	22,1	20	21,1	21,07
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,1	20,6	22,0	21,57
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	29,6	29,1	29,9	29,53
	Kasnak Sıcaklığı	3-	26,9	26,1	27,0	26,67
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,2	20,8	22,0	21,67
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	33,9	33,2	33,7	33,60
	Kasnak Sıcaklığı	3-	30,7	29,3	29,8	29,93
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,0	20,9	22,0	21,63
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	38,9	37,7	38,5	38,37
	Kasnak Sıcaklığı	3-	35,4	35,0	34,8	35,07
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,8	20,9	21,9	21,53
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	44,5	43,7	44,1	44,10
	Kasnak Sıcaklığı	3-	41,6	39,9	40,9	40,80
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	21,8	21,0	21,9	21,57
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	47,6	46,3	47,1	47,00
	Kasnak Sıcaklığı	3-	45,5	44,8	44,2	44,83



Şekil 3.19. 16 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları

Tablo 3.6. 32 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları

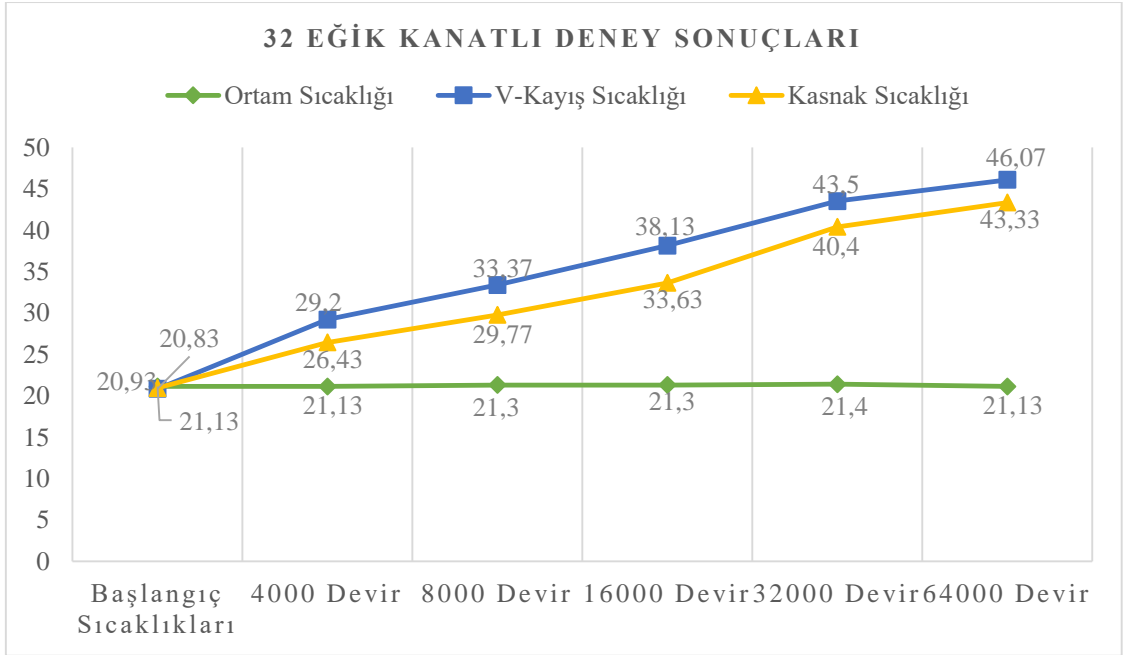
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				
			I	II	III	Ortalama
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	20,5	19,7	20	20,07
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	20,5	19,7	19,5	19,90
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	20,3	19,6	18,4	19,43
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,6	19,8	20,0	20,13
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	28,7	28,1	28,3	28,37
	Kasnak Sıcaklığı	3-	25,1	25,7	23,8	24,87
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,6	20,0	20,2	20,27
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	32,9	32,4	32,3	32,53
	Kasnak Sıcaklığı	3-	28,9	29,1	27,7	28,57
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,7	20,0	20,3	20,33
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	38,2	37,8	34,9	36,97
	Kasnak Sıcaklığı	3-	33,7	32,4	32,2	32,77
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,7	20,1	20,3	20,37
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	43,4	43,1	42,1	42,87
	Kasnak Sıcaklığı	3-	40,2	39,8	37,7	39,23
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	20,8	20,2	20,4	20,47
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	46,1	45,1	45,3	45,50
	Kasnak Sıcaklığı	3-	43,7	43,8	42,5	43,40



Şekil 3.20. 32 Düz kanatlı kasnak deney sonuçları

Tablo 3.7. 32 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları

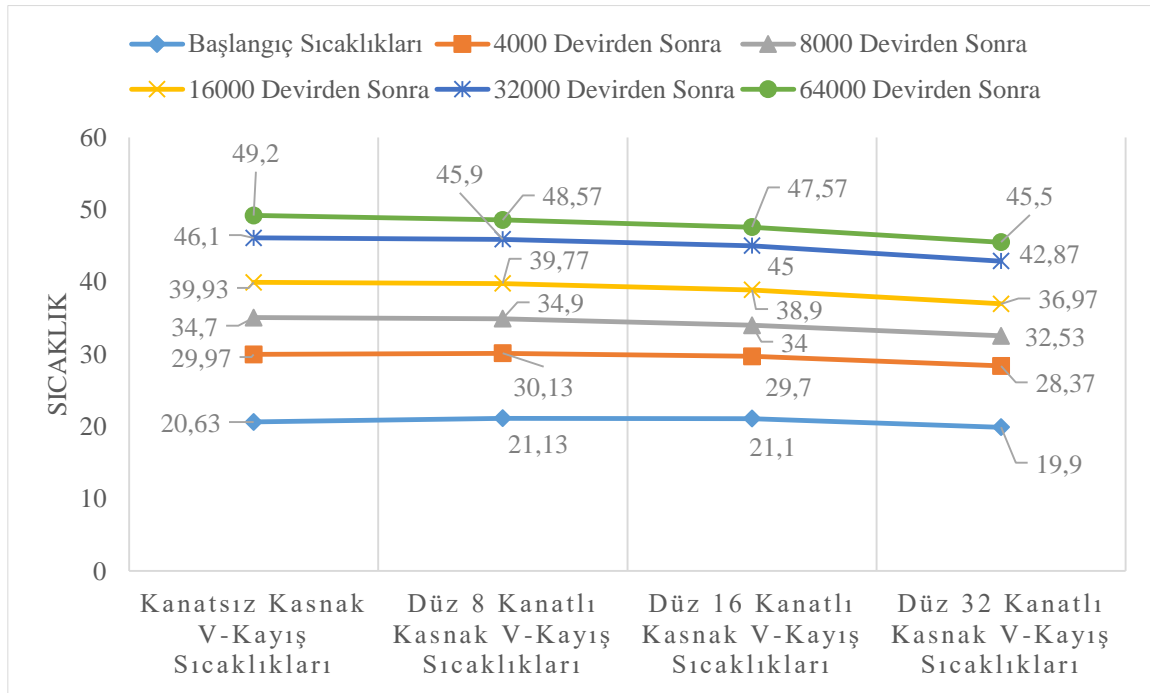
Ölçülen Durumlar		Deney Sayısı				
			I	II	III	Ortalama
1.Deney Başlangıç Ortam Sıcaklığı:		1-	22,0	20,1	21,3	21,13
2.Deney Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı:		2-	21,4	19,8	21,3	20,83
3.Deney Başlangıç Kasnak Sıcaklığı:		3-	21,1	19,9	21,8	20,93
4000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,0	20,1	21,3	21,13
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	29,6	28,5	29,5	29,20
	Kasnak Sıcaklığı	3-	26,6	25,3	27,4	26,43
8000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,2	20,3	21,4	21,30
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	33,7	33,2	33,2	33,37
	Kasnak Sıcaklığı	3-	30,2	28,6	30,5	29,77
16000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,2	20,2	21,5	21,30
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	38,9	37,4	38,1	38,13
	Kasnak Sıcaklığı	3-	34,1	33,2	33,6	33,63
32000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,4	20,3	21,5	21,40
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	43,6	43,2	43,7	43,50
	Kasnak Sıcaklığı	3-	40,9	39,6	40,7	40,40
64000 Devir Sonrası	Ortam Sıcaklığı	1-	22,5	20,4	21,4	21,43
	V-Kayış Sıcaklığı	2-	46,6	45,4	46,2	46,07
	Kasnak Sıcaklığı	3-	43,5	43,1	43,4	43,33



Şekil 3.21. 32 Eğik kanatlı kasnak deney sonuçları

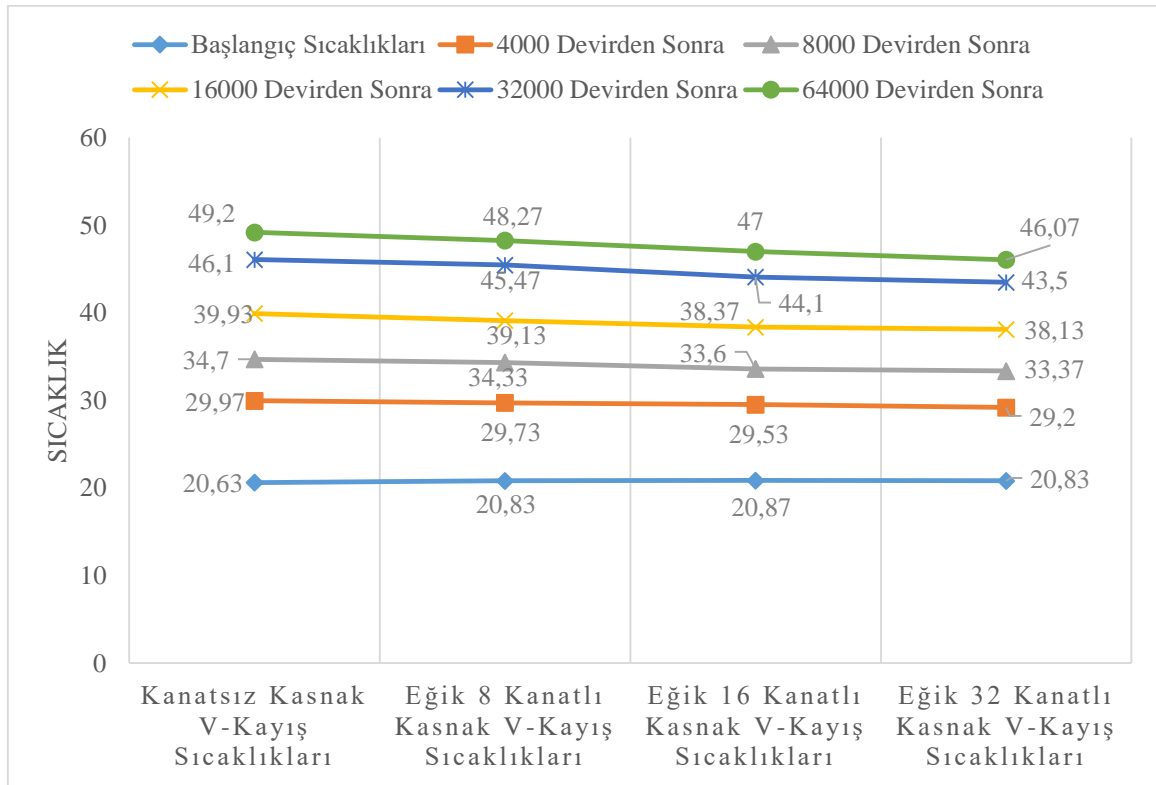
Tablo 3.8. Deneysel sonuçlarına göre V-kayısta oluşan ortalama sıcaklık tablosu

Ölçülen Durumlar		8 Kanatlı Kasnakta V-Kayış Ortalama Sıcaklık	16 Kanatlı Kasnakta V-Kayış Ortalama Sıcaklık	32 Kanatlı Kasnakta V-Kayış Ortalama Sıcaklık
Başlangıç V-Kayış Sıcaklığı	Kanatsız Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	20,63	20,63	20,63
	Düz Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	21,13	21,10	19,90
	Eğik Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	20,83	20,87	20,83
4000 Devir Sonrası	Kanatsız Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	29,97	29,97	29,97
	Düz Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	30,13	29,70	28,37
	Eğik Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	29,73	29,53	29,20
8000 Devir Sonrası	Kanatsız Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	35,33	35,33	35,33
	Düz Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	34,90	34,00	32,53
	Eğik Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	34,33	33,60	33,37
16000 Devir Sonrası	Kanatsız Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	40,20	40,20	40,20
	Düz Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	39,77	38,90	36,97
	Eğik Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	39,13	38,37	38,13
32000 Devir Sonrası	Kanatsız Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	46,10	46,10	46,10
	Düz Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	45,90	45,00	42,87
	Eğik Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	45,47	44,10	43,50
64000 Devir Sonrası	Kanatsız Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	49,20	49,20	49,20
	Düz Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	48,57	47,57	45,50
	Eğik Kanatlı Kasnakta V-Kayış Sıcaklığı	48,27	47,00	46,07



Şekil 3.22. Kanatsız ve düz kanatlı kasnak v-kayış sıcaklıkları

Deney sonuçlarına bakıldığında düz kanat tipinde, 4000 devir deney sonuçlarında kayış sıcaklık farkı 0,86 °C düşürmüş, 8000 devir sonucunda 1,44 °C, 16000 devir sonrasında 2,23°C ve 32000 devir sonucunda da 2,5 °C, 64000 devir sonrasında da 2,97 °C'lik bir düşüş elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre 32 düz kanatlı kasnakta V-kayış sıcaklığı %10,4 oranında düşürdüğü görülmüştür.

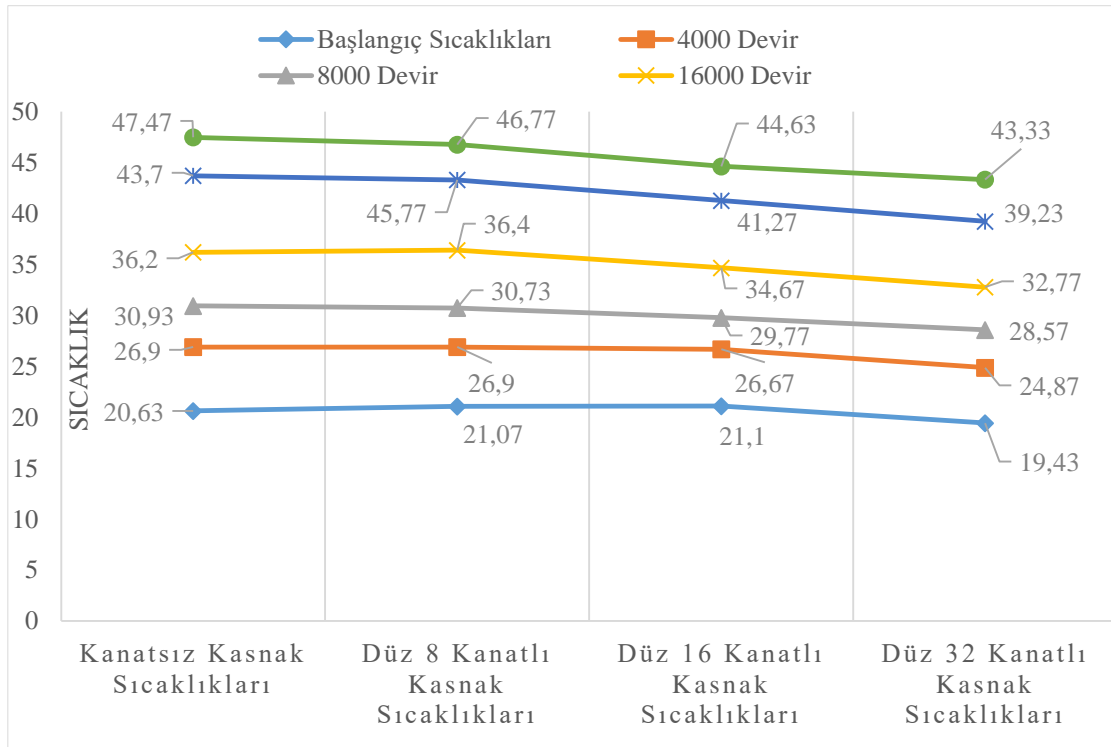


Şekil 3.23. Kanatsız ve eğik kanatlı V-kayış sıcaklıkları

Eğik kanatlı kasnak deney sonuçlarına bakıldığında, 4000 devir deney sonuçlarında kayış sıcaklık farkı 0,96 °C düşürmüş, 8000 devir sonucunda 1,54 °C, 16000 devir sonrasında 2°C ve 32000 devir sonucunda da 2,8 °C, 64000 devir sonrasında da 3,34 °C'lik bir düşüş elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre 32 eğik kanatlı kasnakta V-kayış sıcaklığı %11,7 oranında düşürdüğü görülmüştür. Eğik kanatlı kasnakta V-kayış sıcaklığı %1,3 daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

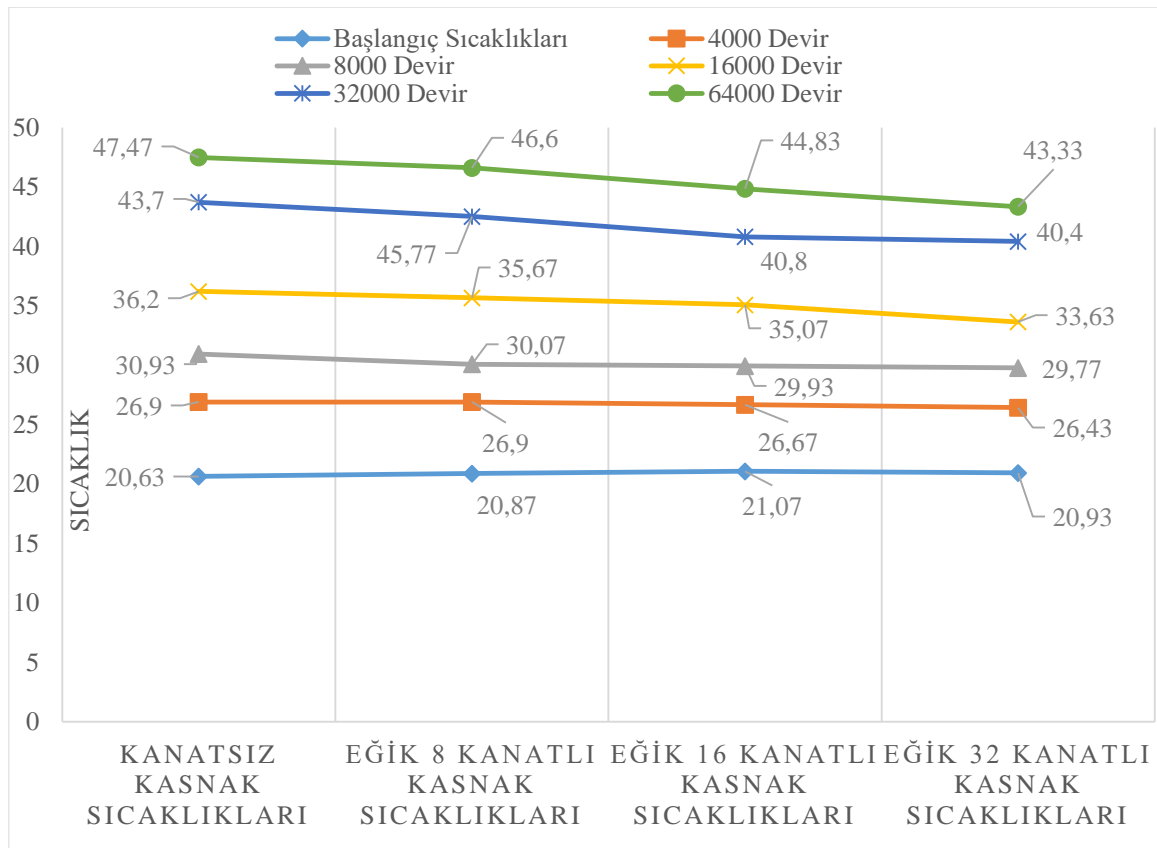
Tablo 3.9. Kasnak Ortalama Sıcaklık Tablosu

Ölçülen Durumlar		8 Kanatlı Kasnak Ortalama Sıcaklık	16 Kanatlı Kasnak Ortalama Sıcaklık	32 Kanatlı Kasnak Ortalama Sıcaklık
Deney Başlarken Kasnak Sıcaklığı	Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	20,63	20,63	20,63
	Düz Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	21,27	21,00	20,37
	Eğik Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	20,87	21,00	20,77
4000 Devir Sonrası	Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	27,43	27,43	27,43
	Düz Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	27,43	25,97	25,67
	Eğik Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	27,53	25,97	25,97
8000 Devir Sonrası	Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	31,30	31,30	31,30
	Düz Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	30,37	29,43	28,33
	Eğik Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	30,07	29,50	28,27
16000 Devir Sonrası	Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	37,23	37,23	37,23
	Düz Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	36,57	34,67	33,90
	Eğik Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	36,67	34,77	33,63
32000 Devir Sonrası	Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	44,23	44,23	44,23
	Düz Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	43,63	41,27	39,83
	Eğik Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	43,50	41,20	39,33
64000 Devir Sonrası	Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	47,47	47,47	47,47
	Düz Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	46,77	44,63	43,40
	Eğik Kanatlı Kasnak Sıcaklığı	46,60	44,83	42,77



Şekil 3.24. Kanatsız ve düz kanatlı kasnak sıcaklıkları

Deney sonuçları incelendiğinde düz kanat tipindeki kasnak sıcaklıklarında, 4000 devir deney sonuçlarında kayış sıcaklık farkı 0,84 °C düşürmüş, 8000 devir sonucunda 1,17 °C, 16000 devir sonrasında 2,24°C ve 32000 devir sonucunda da 3,27 °C, 64000 devir sonrasında da 2,93 °C'lik bir düşüş elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre 32 düz kanatlı kasnak sıcaklığı en yüksek verim %14,2 oranında düşürdüğü görülmüştür.



Şekil 3.25. Kanatsız ve eğik kanatlı kasnak sıcaklıkları

Deney sonuçları incelendiğinde eğik kanat tipindeki kasnak sıcaklıklarında, 4000 devir deney sonuçlarında kayış sıcaklık farkı 0,53 °C düşürmüş, 8000 devir sonucunda 1,47 °C, 16000 devir sonrasında 2,87°C ve 32000 devir sonucunda da 1,53 °C, 64000 devir sonrasında da 4,43 °C'lik bir düşüş elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre 32 eğik kanatlı kasnak sıcaklığı %16,5 oranında düşürdüğü görülmüştür.

3.3. Sonuçların İrdelenmesi

Bu deneysel araştırmanın sonucunda; deney parametreleri göz önüne alındığında V-kayışlarının soğutulabilmesi düşüncesinin mümkün olabileceği görüldü. Deney sonuç grafiklerine bakıldığında; kanatsız kasnakta, devir sayıları arttıkça kayış ve kasnak sıcaklıklarının da arttığı görülmüştür. Bu sıcaklıkları düşürebilmek için döndürülen kasnaklara takmış olduğumuz düz ve eğik kanatlar (8-16-32 adet) sıcaklıkları kanatsız kasnaklara göre ciddi oranda düşürdüğü deney grafik ve SPSS analiz sonuçlarından anlaşılmıştır. Kasnak sıcaklığı, kayış sıcaklığı giderek azaldığı için daha fazla yüzde ile düşürülmesi sağlanmıştır. Sonuçlarda deney başlangıç sıcaklıkları, ortam sıcaklıkları birbirine yakın olmaları hata payını azaltmıştır. Standart sapmalar SPSS programında tespit edilmiş, kabul edilebilir aralıkta olduğu gösterilmiştir.

Kanatsız kayış ve kasnaklar referans alınarak; düz ve eğik kanatlı kayış ve kasnakların soğutma miktarlarının yüzdelik dilimleri aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Kanatsız kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,63	29,97	9,33
	Kasnak Sıcaklığı	20,63	26,90	6,27
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,63	34,70	14,07
	Kasnak Sıcaklığı	20,63	30,93	10,30
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,63	39,93	19,30
	Kasnak Sıcaklığı	20,63	36,20	15,57
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,63	46,10	25,47
	Kasnak Sıcaklığı	20,63	43,70	23,07
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,63	49,20	28,57
	Kasnak Sıcaklığı	20,63	47,47	26,83

Tablo 3.11. Düz 8 kanatlı kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,13	30,13	9,00
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	26,90	5,83
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,13	34,90	13,77
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	30,73	9,67
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,13	39,77	18,63
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	36,40	15,33
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,13	45,90	24,77
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	43,30	22,23
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,13	48,57	27,43
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	46,77	25,70

Tablo 3.12. Eğik 8 kanatlı kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	29,73	8,90
	Kasnak Sıcaklığı	20,87	26,90	6,03
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	34,33	13,50
	Kasnak Sıcaklığı	20,87	30,07	9,20
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	39,13	18,30
	Kasnak Sıcaklığı	20,87	35,67	14,80
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	45,47	24,63
	Kasnak Sıcaklığı	20,87	42,50	21,63
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	48,27	27,43
	Kasnak Sıcaklığı	20,87	46,60	25,73

Tablo 3.13. Düz 16 kanatlı kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,10	29,70	8,60
	Kasnak Sıcaklığı	21,10	26,67	5,57
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,10	34,00	12,90
	Kasnak Sıcaklığı	21,10	29,77	8,67
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,10	38,90	17,80
	Kasnak Sıcaklığı	21,10	34,67	13,57
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,10	45,00	23,90
	Kasnak Sıcaklığı	21,10	41,27	20,17
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	21,10	47,57	26,47
	Kasnak Sıcaklığı	21,10	44,63	23,53

Tablo 3.14. Eğik 16 kanatlı kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,87	29,53	8,67
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	26,67	5,60
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,87	33,60	12,73
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	29,93	8,87
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,87	38,37	17,50
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	35,07	14,00
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,87	44,10	23,23
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	40,80	19,73
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,87	47,00	26,13
	Kasnak Sıcaklığı	21,07	44,83	23,77

Tablo 3.15. Düz 32 kanatlı kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	19,90	28,37	8,47
	Kasnak Sıcaklığı	19,43	24,87	5,43
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	19,90	32,53	12,63
	Kasnak Sıcaklığı	19,43	28,57	9,13
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	19,90	36,97	17,07
	Kasnak Sıcaklığı	19,43	32,77	13,33
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	19,90	42,87	22,97
	Kasnak Sıcaklığı	19,43	39,23	19,80
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	19,90	45,50	25,60
	Kasnak Sıcaklığı	19,43	43,33	23,90

Tablo 3.16. Eğik 32 kanatlı kasnak sıcaklık farkları

Devir Sayısı		İlk Sıcaklık	Son Sıcaklık	Ölçülen Sıcaklık Farkı
4000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	29,20	8,37
	Kasnak Sıcaklığı	20,93	26,43	5,50
8000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	33,37	12,53
	Kasnak Sıcaklığı	20,93	29,77	8,83
16000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	38,13	17,30
	Kasnak Sıcaklığı	20,93	33,63	12,70
32000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	43,50	22,67
	Kasnak Sıcaklığı	20,93	40,40	19,47
64000 Devir	Kayış Sıcaklığı	20,83	46,07	25,23
	Kasnak Sıcaklığı	20,93	43,33	22,40

Tablo 3.17. Düz kanatların soğutma yüzdeleri

Toplam Devir Sayısı	Düz Kanat Sayıları			
		8	16	32
4000 Devir Sonrası	Kayış	% 3,571	% 7,857	% 9,286
	Kasnak	% 6,915	% 1,117	% 13,298
8000 Devir Sonrası	Kayış	% 2,133	% 8,294	% 10,19
	Kasnak	% 6,149	% 15,858	% 11,327
16000 Devir Sonrası	Kayış	% 3,454	% 7,772	% 11,572
	Kasnak	% 1,499	% 12,848	% 14,347
32000 Devir Sonrası	Kayış	% 2,749	% 6,152	% 9,817
	Kasnak	% 3,613	% 12,572	% 14,162
64000 Devir Sonrası	Kayış	% 3,967	% 7,351	% 10,385
	Kasnak	% 4,224	% 12,298	% 10,932

Tablo 3.18. Eğik kanatların soğutma yüzdeleri

Toplam Devir Sayısı	Eğik Kanat Sayıları			
		8	16	32
4000 Devir Sonrası	Kayış	% 4,642	% 7,143	% 10,357
	Kasnak	% 3,723	% 10,638	% 12,234
8000 Devir Sonrası	Kayış	% 4,028	% 9,479	% 10,900
	Kasnak	% 10,679	% 13,916	% 14,239
16000 Devir Sonrası	Kayış	% 5,181	% 9,326	% 10,363
	Kasnak	% 4,925	% 10,064	% 18,415
32000 Devir Sonrası	Kayış	% 3,272	% 8,770	% 10,995
	Kasnak	% 6,214	% 14,451	% 15,607
64000 Devir Sonrası	Kayış	% 3,967	% 8,518	% 11,669
	Kasnak	% 4,099	% 11,429	% 16,522

Yapılan deney sonuçları incelendiğinde, 32 düz kanatlı kasnakların, kanatsız kasnak V-kayışlarına göre %10,385, 32 eğik kanatlı kasnakların da V-kayışları %11,669 daha iyi

soğuttuğu görüldü. Ölçülen döndürülen kasnak sıcaklıklarına bakıldığında ise 32 düz kanatlı kasnakların %10,932 ve 32 eğik kanatlı kasnakların da %16,522 daha iyi soğuttuğu görülmüştür.

3.3.1. SPSS Analiz Sonuçları

3.3.1.1. Kayış Sıcaklıkları SPSS Korelasyon Analizi

SPSS programında devir sayılarına göre kayışta meydana gelen sıcaklık değişimleri korelasyon katsayısı analizi ile tabloda gösterilmiştir. Sonuç tablosuna bakıldığında kanatsız kasnak ile en az ilişkili olan kasnak tipi 32 eğik kanatlı kasnak olduğu görülmektedir. 0,801 olan korelasyon katsayısı ile sıcaklığı en fazla düşüren kanat tipinin 32 eğik kanatlı kasnak olduğu belirlenmiştir. 0,853 ile onu 32 düz kanatlı kasnak takip etmiştir. En fazla ilişkili olan yani sıcaklıkları arasında çok fark olmayıp sıcaklığı en az düşüren kanat tipi ise 0,942 korelasyon katsayısı ile 8 düz ve eğik kanatlı kasnak olduğu görülmektedir.

3.3.1.2. SPSS T-Test Sonuçları

Tablo 3.20. 0-4000 Devir T-Test standart sapma değerleri

Group Statistics					
	Devir sayısı	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kanatsız	0devir	3	20,6333	,28868	,16667
	4000devir	3	29,9667	,25166	,14530
düzkanatlı8	0devir	3	21,1333	,55076	,31798
	4000devir	3	30,1333	,37859	,21858
eğikkanatlı8	0devir	3	21,1333	,55076	,31798
	4000devir	3	30,1333	,37859	,21858
düzkanatlı16	0devir	3	21,1000	,65574	,37859
	4000devir	3	29,6667	1,00167	,57831
eğikkanatlı16	0devir	3	21,1000	,65574	,37859
	4000devir	3	29,7000	,45826	,26458
düzkanatlı32	0devir	3	20,4000	,80000	,46188
	4000devir	3	28,4667	,77675	,44845
eğikkanatlı32	0devir	3	19,9000	,52915	,30551
	4000devir	3	28,3667	,30551	,17638

Yapılan SPSS T-Test analiz sonucunda başlangıç sıcaklıkları ve 4000 devirde V-kayış sıcaklıkları karşılaştırıldı. Standart sapma değerlerinin kabul edilebilir aralıkta oldukları görüldü. Elde edilen sonuçların anlamlı sonuçlar olup olmadıklarına karar vermek için Sig 2-tailed değerlerine bakıldı. En yüksek değer 0,001 olduğu için değerler birbirine çok yakın ve anlamlıdır. Yani 0-4000 devir sonuçları karşılaştırıldığında anlamlı bir sıcaklık düşüşü olmamıştır.

Tablo 3.21. 0-4000 Devir T-Test karşılaştırma

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
kanalsız	Equal variances assumed	,235	,653	-42,212	4	,000	-9,33333	,22111	-9,94723	-8,71944	
	Equal variances not assumed				3,927	,000					
düzkanatlı8	Equal variances assumed	,221	,663	-23,324	4	,000	-9,00000	,38586	-10,07132	-7,92868	
	Equal variances not assumed				3,545	,000					
eğikkanatlı8	Equal variances assumed	,221	,663	-23,324	4	,000	-9,00000	,38586	-10,07132	-7,92868	
	Equal variances not assumed				3,545	,000					
düzkanatlı16	Equal variances assumed	,375	,573	-12,394	4	,000	-8,56667	,69121	-10,48579	-6,64755	
	Equal variances not assumed				3,448	,001					
eğikkanatlı16	Equal variances assumed	,364	,579	-18,620	4	,000	-8,60000	,46188	-9,88239	-7,31761	
	Equal variances not assumed				3,577	,000					
düzkanatlı32	Equal variances assumed	,019	,898	-12,530	4	,000	-8,06667	,64377	-9,85407	-6,27926	
	Equal variances not assumed				3,997	,000					
eğikkanatlı32	Equal variances assumed	1,600	,275	-24,001	4	,000	-8,46667	,35277	-9,44610	-7,48723	
	Equal variances not assumed				3,200	,000					

Tablo 3.22. 4000-8000 Devir T-Test standart sapma değerleri

Group Statistics					
	Devirsayısı	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kanatsız	4000devir	3	29,9667	,25166	,14530
	8000devir	3	34,7000	,45826	,26458
düzkanatlı8	4000devir	3	30,1333	,37859	,21858
	8000devir	3	34,9000	,36056	,20817
eğikkanatlı8	4000devir	3	30,1333	,37859	,21858
	8000devir	3	34,9000	,36056	,20817
düzkanatlı16	4000devir	3	29,6667	1,00167	,57831
	8000devir	3	34,0000	,45826	,26458
eğikkanatlı16	4000devir	3	29,7000	,45826	,26458
	8000devir	3	34,0000	,45826	,26458
düzkanatlı32	4000devir	3	28,4667	,77675	,44845
	8000devir	3	32,7000	,43589	,25166
eğikkanatlı32	4000devir	3	28,3667	,30551	,17638
	8000devir	3	32,5333	,32146	,18559

SPSS T-Test analiz sonucunda (%95 güvenirlikte) 4000 ve 8000 devirde V-kayış sıcaklıkları karşılaştırıldı. Standart sapma değerlerinin kabul edilebilir aralıktta oldukları görüldü. Elde edilen sonuçların anlamlı sonuçlar olup olmadıklarına karar vermek için Sig 2-tailed değerlerine bakıldı. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi en yüksek değer 0,008 olduğu için değerler birbirine yakın ve anlamlıdır. 4000-8000 devir sonuçları karşılaştırıldığında anlamlı bir sıcaklık düşüşü meydana gelmeye başlamıştır.

Tablo 3.23. 4000-8000 Devir T-Test karşılaştırma

		Independent Samples Test				t-test for Equality of Means				
		Levene's Test for Equality of Variances				Mean Difference		95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
kanatsız	Equal variances assumed	1,225	,330	-15,681	4	,000	-4,73333	,30185	-5,57139	-3,89527
	Equal variances not assumed			-15,681	3,106	,000	-4,73333	,30185	-5,57570	-3,79097
düzkanatlı8	Equal variances assumed	,036	,859	-15,792	4	,000	-4,76667	,30185	-5,50473	-3,92861
	Equal variances not assumed			-15,792	3,991	,000	-4,76667	,30185	-5,50551	-3,92782
eğikkanatlı8	Equal variances assumed	,036	,859	-15,792	4	,000	-4,76667	,30185	-5,50473	-3,92861
	Equal variances not assumed			-15,792	3,991	,000	-4,76667	,30185	-5,50551	-3,92782
düzkanatlı16	Equal variances assumed	1,133	,347	-6,814	4	,002	-4,33333	,63596	-6,09904	-2,56763
	Equal variances not assumed			-6,814	2,802	,008	-4,33333	,63596	-6,44057	-2,22610
eğikkanatlı16	Equal variances assumed	,000	1,000	-11,492	4	,000	-4,30000	,37417	-5,33885	-3,26115
	Equal variances not assumed			-11,492	4,000	,000	-4,30000	,37417	-5,33885	-3,26115
düzkanatlı32	Equal variances assumed	1,424	,299	-8,232	4	,001	-4,23333	,51424	-5,56110	-2,80557
	Equal variances not assumed			-8,232	3,146	,003	-4,23333	,51424	-5,52774	-2,63893
eğikkanatlı32	Equal variances assumed	,045	,842	-16,274	4	,000	-4,16667	,25604	-4,87754	-3,45579
	Equal variances not assumed			-16,274	3,990	,000	-4,16667	,25604	-4,87827	-3,45507

Tablo 3.24. 8000-16000 Devir T-Test standart sapma değerleri

Group Statistics					
	Devir sayısı	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kanatsız	8000devir	3	34,7000	,45826	,26458
	16000devir	3	39,9333	,37859	,21858
düzkanatlı8	8000devir	3	34,9000	,36056	,20817
	16000devir	3	39,7667	,30551	,17638
eğikkanatlı8	8000devir	3	34,9000	,36056	,20817
	16000devir	3	39,7667	,30551	,17638
düzkanatlı16	8000devir	3	34,0000	,45826	,26458
	16000devir	3	38,9000	,26458	,15275
eğikkanatlı16	8000devir	3	34,0000	,45826	,26458
	16000devir	3	38,9000	,26458	,15275
düzkanatlı32	8000devir	3	32,7000	,43589	,25166
	16000devir	3	37,8333	,95044	,54874
eğikkanatlı32	8000devir	3	32,5333	,32146	,18559
	16000devir	3	36,9667	1,80093	1,03976

SPSS T-Test analiz sonucunda (%95 güvenirlkte) 8000 ve 16000 devirde V-kayış sıcaklıkları karşılaştırıldı. Standart sapma değerlerinin kabul edilebilir aralıktta oldukları görüldü. Elde edilen sonuçların anlamlı sonuçlar olup olmadıklarına karar vermek için Sig 2-tailed değerlerine bakıldı. Aşğıdaki tabloda görüldüğü gibi en yüksek değer 0,014 olduğı için değerler birbirine yakın ve anlamlıdır. 8000-16000 devir sonuçları karşılaştırıldığında anlamlı bir sıcaklık düşüşü meydana gelmiştir.

Tablo 3.25. 8000-16000 Devir T-Test karşılaştırma

		Levene's Test for Equality of Variances				Test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
kanatsız	Equal variances assumed	,096	,772	-15,249	4	,000	-5,23333	,34319	-6,18618	-4,28049	
	Equal variances not assumed			-15,249	3,862	,000	-5,23333	,34319	-6,19970	-4,26696	
duzkanatlı8	Equal variances assumed	,139	,728	-17,837	4	,000	-4,86667	,27285	-5,62421	-4,10913	
	Equal variances not assumed			-17,837	3,895	,000	-4,86667	,27285	-5,63233	-4,10101	
eğlikkanatlı8	Equal variances assumed	,139	,728	-17,837	4	,000	-4,86667	,27285	-5,62421	-4,10913	
	Equal variances not assumed			-17,837	3,895	,000	-4,86667	,27285	-5,63233	-4,10101	
duzkanatlı16	Equal variances assumed	1,000	,374	-16,039	4	,000	-4,90000	,30551	-5,74822	-4,05178	
	Equal variances not assumed			-16,039	3,200	,000	-4,90000	,30551	-5,83876	-3,96124	
eğlikkanatlı16	Equal variances assumed	1,000	,374	-16,039	4	,000	-4,90000	,30551	-5,74822	-4,05178	
	Equal variances not assumed			-16,039	3,200	,000	-4,90000	,30551	-5,83876	-3,96124	
duzkanatlı32	Equal variances assumed	,956	,384	-8,503	4	,001	-5,13333	,60369	-6,80945	-3,45721	
	Equal variances not assumed			-8,503	2,806	,004	-5,13333	,60369	-7,13206	-3,13460	
eğlikkanatlı32	Equal variances assumed	9,407	,037	-4,197	4	,014	-4,43333	1,05620	-7,36581	-1,50086	
	Equal variances not assumed			-4,197	2,127	,047	-4,43333	1,05620	-8,72686	-1,13981	

Tablo 3.26. 16000-32000 Devir T-Test standart sapma değerleri

Group Statistics					
	Devirsayısı	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kanatsız	16000devir	3	39,9333	,37859	,21858
	32000devir	3	46,1000	,30000	,17321
düzkanatlı8	16000devir	3	39,7667	,30551	,17638
	32000devir	3	45,9000	,50000	,28868
eğikkanatlı8	16000devir	3	39,7667	,30551	,17638
	32000devir	3	45,9000	,50000	,28868
düzkanatlı16	16000devir	3	38,9000	,26458	,15275
	32000devir	3	45,0000	,45826	,26458
eğikkanatlı16	16000devir	3	38,9000	,26458	,15275
	32000devir	3	45,0000	,45826	,26458
düzkanatlı32	16000devir	3	37,8333	,95044	,54874
	32000devir	3	43,7000	,79373	,45826
eğikkanatlı32	16000devir	3	36,9667	1,80093	1,03976
	32000devir	3	42,8667	,68069	,39299

SPSS T-Test analiz sonucunda (%95 güvenirlikte) 16000 ve 32000 devirde V-kayış sıcaklıkları karşılaştırıldı. Standart sapma değerlerinin 32 eğik kanatlı kasnak dışında kabul edilebilir aralıkta oldukları görüldü. Bunun sebebi başlangıç sıcaklık farkının yüksek olması nedeniyle deneyler arasında sıcaklık farklılıkları görüldü fakat sıcaklık farklarına bakıldığında kabul edilebilir hata payı olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçların anlamlı sonuçlar olup olmadıklarına karar vermek için Sig 2-tailed değerlerine bakıldı. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi en yüksek değer 0,019 olduğu için değerler 32 eğik kanatlı kasnak için normalden yüksek çıktı. Geri kalan değerler için 4000-8000 devir sonuçları karşılaştırıldığında yakın ve anlamlı bir düşüş göstermiştir.

Tablo 3.27. 16000-32000 Devir T-Test karşılaştırma

		Levene's Test for Equality of Variances		t		df		Sig. (2-tailed)		t-test for Equality of Means		95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	Lower	Upper	
kanatsız	Equal variances assumed	,492	,522	-22,112	4	,000	-6,16667	,27889	-6,94098	-5,39235			
	Equal variances not assumed			-22,112	3,801	,000	-6,16667	,27889	-6,95720	-5,37613			
düzkanatlı8	Equal variances assumed	,361	,580	-18,130	4	,000	-6,13333	,33830	-7,07259	-5,19407			
	Equal variances not assumed			-18,130	3,311	,000	-6,13333	,33830	-7,15499	-5,11168			
eğlikkanatlı8	Equal variances assumed	,361	,580	-18,130	4	,000	-6,13333	,33830	-7,07259	-5,19407			
	Equal variances not assumed			-18,130	3,311	,000	-6,13333	,33830	-7,15499	-5,11168			
düzkanatlı16	Equal variances assumed	1,000	,374	-19,967	4	,000	-6,10000	,30551	-6,94822	-5,25178			
	Equal variances not assumed			-19,967	3,200	,000	-6,10000	,30551	-7,03876	-5,16124			
eğlikkanatlı16	Equal variances assumed	1,000	,374	-19,967	4	,000	-6,10000	,30551	-6,94822	-5,25178			
	Equal variances not assumed			-19,967	3,200	,000	-6,10000	,30551	-7,03876	-5,16124			
düzkanatlı32	Equal variances assumed	,016	,905	-8,206	4	,001	-5,86667	,71492	-7,85160	-3,88173			
	Equal variances not assumed			-8,206	3,877	,001	-5,86667	,71492	-7,87673	-3,85660			
eğlikkanatlı32	Equal variances assumed	4,821	,093	-5,308	4	,006	-5,90000	1,11156	-8,98617	-2,81383			
	Equal variances not assumed			-5,308	2,560	,019	-5,90000	1,11156	-9,80758	-1,99242			

Double-click to activate

Independent Samples Test

Tablo 3.28. 32000-64000 Devir T-Test standart sapma değerleri

Group Statistics					
	Devir sayısı	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
kanatsız	32000devir	3	46,1000	,30000	,17321
	64000devir	3	49,2000	,10000	,05774
düzkanatlı8	32000devir	3	45,9000	,50000	,28868
	64000devir	3	48,5667	,41633	,24037
eğikkanatlı8	32000devir	3	45,9000	,50000	,28868
	64000devir	3	48,5667	,41633	,24037
düzkanatlı16	32000devir	3	45,0000	,45826	,26458
	64000devir	3	48,0667	,35119	,20276
eğikkanatlı16	32000devir	3	45,0000	,45826	,26458
	64000devir	3	47,5667	,45092	,26034
düzkanatlı32	32000devir	3	43,7000	,79373	,45826
	64000devir	3	46,3667	,45092	,26034
eğikkanatlı32	32000devir	3	42,8667	,68069	,39299
	64000devir	3	45,5000	,52915	,30551

SPSS T-Test analiz sonucunda (%95 güvenirlilikte) 32000 ve 64000 devirde V-kayış sıcaklıkları karşılaştırıldı. Standart sapma değerlerinin kabul edilebilir aralıkta oldukları görüldü. Elde edilen sonuçların anlamlı sonuçlar olup olmadıklarına karar vermek için Sig 2-tailed değerlerine bakıldı. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi en yüksek değer 0,013 olduğu görülmektedir. Tablolara bütünüyle bakıldığında kanatçık sayısı arttıkça sıcaklık farkı değerlerinin giderek düştüğü görülmektedir. Ayrıca eğik kanat tiplerinin düz kanat tipine göre az bir fark olsa bile daha iyi soğuttuğunu söyleyebiliriz.

Tablo 3.29. 32000-64000 Devir T-Test karşılaştırma

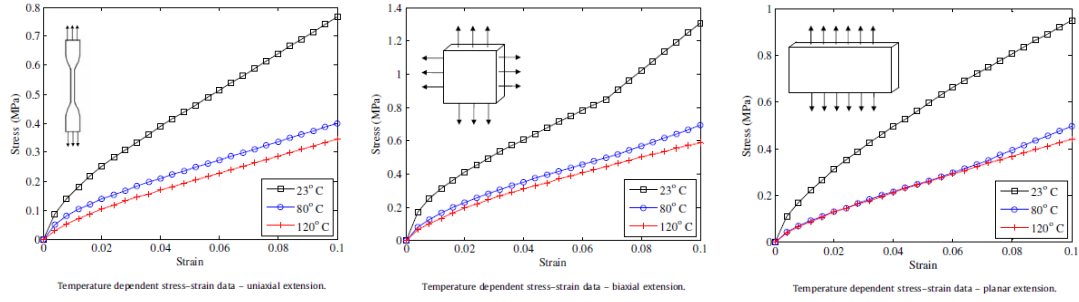
		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
kanatsız	Equal variances assumed	1,600	,275	-16,979	4	,000	-3,10000	,18257	-3,60691	-2,59309	
	Equal variances not assumed			-16,979	2,439	,001	-3,10000	,18257	-3,76446	-2,43554	
düzkanatlı8	Equal variances assumed	,013	,914	-7,099	4	,002	-2,66667	,37565	-3,70963	-1,62370	
	Equal variances not assumed			-7,099	3,873	,002	-2,66667	,37565	-3,72326	-1,61007	
eğlikanatlı8	Equal variances assumed	,013	,914	-7,099	4	,002	-2,66667	,37565	-3,70963	-1,62370	
	Equal variances not assumed			-7,099	3,873	,002	-2,66667	,37565	-3,72326	-1,61007	
düzkanatlı16	Equal variances assumed	,308	,609	-9,200	4	,001	-3,06667	,33333	-3,99215	-2,14118	
	Equal variances not assumed			-9,200	3,747	,001	-3,06667	,33333	-4,01735	-2,11598	
eğlikanatlı16	Equal variances assumed	,015	,910	-6,915	4	,002	-2,56667	,37118	-3,59724	-1,53509	
	Equal variances not assumed			-6,915	3,999	,002	-2,56667	,37118	-3,59735	-1,53599	
düzkanatlı32	Equal variances assumed	1,690	,263	-5,060	4	,007	-2,66667	,52705	-4,12998	-1,20335	
	Equal variances not assumed			-5,060	3,169	,013	-2,66667	,52705	-4,29442	-1,03891	
eğlikanatlı32	Equal variances assumed	,332	,595	-5,290	4	,006	-2,63333	,49777	-4,01537	-1,25129	
	Equal variances not assumed			-5,290	3,771	,007	-2,63333	,49777	-4,04917	-1,21750	

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada V-kayışlarının; döküm malzemenin düz ve eğik kanatlı kasnaklarda otomatik olarak sıcaklıklarının düşürülebileceği görüldü. Yapmış olduğumuz deney sonuçları ve SPSS kolerasyon ve T-Test analizinin bize verdiği en iyi sonucun 32 eğik kanatlı kasnak olduğu görüldü. V-kayışta yaptığı soğutma miktarı %11,669 ve döküm kasnakta yaptığı soğutma miktarı ise %16,522 olarak bulundu. Bu da yüzdelik olarak ciddi bir düşüş sağladı. Sıcaklığın kayışlarda artması, kayma olayını artırdığını düşünürsek kayma miktarının düşürülmesine önemli bir etki sağlayacağını düşünmekteyiz. Ayrıca Bingöl Üniversitesinde Sündüz GÜRGÖZE'nin daha önce yaptığı "Alüminyum Kasnakların Tahrikinde Kullanılan V-Kayışlarının Otomatik Soğutulmasının Araştırılması" adlı tez çalışmasında da alüminyum kasnaklara takılan kanatçıkların sıcaklığı önemli ölçüde düşürdüğü görülmektedir. Dakikadaki devir sayısı bilinmediğinden sağlıklı karşılaştırma yapılamamıştır.

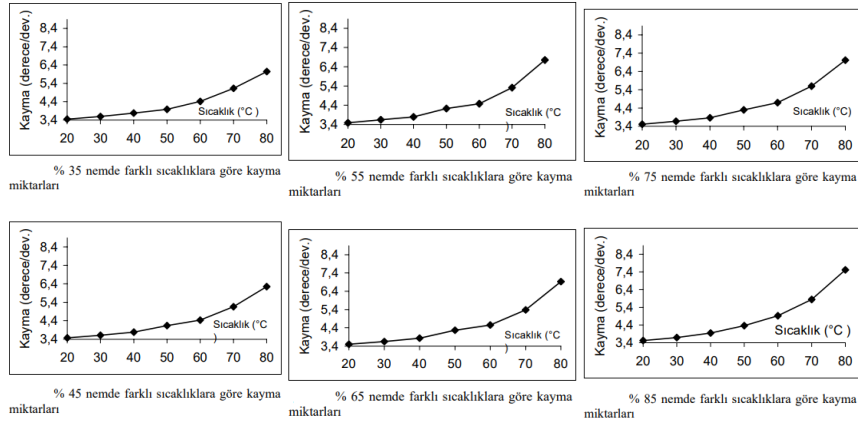
Yapılan ölçümlerde düşük devirlerde motor ısınma süresinin aynı olmamasından dolayı hata payı daha fazladır. 64000 devirde normal dağılıma yakın değerler göstermektedir. Kullanılan kanatların özellikle kasnaklardaki ısıyı dağıtması kayış sıcaklığının da düşmesini sağladı. Ayrıca hava akımı sağlaması kasnak yüzeyindeki sıcaklığı ve kayış sıcaklığının düşmesine sebep oldu. Böylece daha uzun sürelerde ve daha yüksek devirlerde çalışan kasnaklarda kayış ömrünün uzamasına etki ettiği ve bozulmayı nispeten engellediği için meydana gelebilecek kayma gerilimlerinin azaltılmasına katkı sağladığı sonucunu göstermiştir.

S. Sundararaman ve ark. (2009), sıcaklığın V-oluklu serpantin kayışlarının yorulma ömrü üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Analizden elde edilen yorulma ömrü tahminleri bize, yüksek sıcaklıklarda çalışırken kayış ömrünün önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Şekil 4.1.'de sıcaklığa göre gerilmelerine ait değişim grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Sıcaklığın gerilme üzerindeki etkisi

Ayrıca Uçar, M. ve Cengiz, A.'nın (2004) çalışmaları sonucu kayışlarda nem ve sıcaklık parametrelerinin kayma üzerindeki etkisi Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Nem ve sıcaklık parametrelerinin kaymaya etkisi

Verimi artırmak ve daha iyi sonuçlar elde etmek için;

1. Kanat profilleri değiştirilerek ve geliştirilerek deneylerin tekrar edilmesi gerekir.
2. Kanatlar kasnaklara yapıştırma yerine imalatı mümkün olması durumunda kasnakla beraber üretilmelidir veya 3 boyutlu teknolojiye dayanmalıdır.
3. Daha uzun deney süreleri ve devirleri gözetilerek verimin değişimi gözlemlenmelidir.
4. Sıcaklık ölçümleri daha hassas cihazlarla ölçülmelidir.
5. Tahrik kasnağına da kanatçıklar takılarak deneyler yapılmalıdır. Verimi büyük ölçüde artıracaktır.

KAYNAKLAR

Reynolds O (1874) On the efficiency of belts or straps as communicators of work. Engineering, s. 38-396

Firbank TC (1970) Mechanics of the belt drive. Int. J. Mech. Sci. Pergaman Press 12: 1053-1063

Gerbert BG (1975) Pressure distribution and belt deformation in v-belt drives. ASME Journal of Engineering for Industry 8 (3): 976

Oliver L, Johnson C, Breig W (1976) V-Belt life prediction and power rating. Journal of Engineering for Industry, Trans Asme, s. 340-347

Dolan JP, Worley WS (1985) Closed form approximations to the solution of v-belt force and slip equations. Journal Mechanism, Transmissions and Automation in Design 107(2): 292-300

Alciator DG, Traver AE (1989) Multipulley belt drive mechanics creep theory and shear, proceedings of the international power transmission and gearing conference. Institute of Technology, Chicago, s. 65-70

Peeken H, Fischer F(1989) Experimental investigation of power loss and operating conditions of statically loaded belt drives. Proceedings of 1989 Int. PTG Conf.: New Technology Power Transmission, 90's, ASME, s. 15-24

Hansson H (1989) Geometry conditions for good power capacity in a v-ribbed belt drive. Proceedings of the International Power Transmission and Gearing Conference, Institute of Technology 112 (3): 59-64

Gerbert GG (1991) On flat belt slip. Tribology Series 18 (40): 333

Rubin MB (2000) An exact solution for steady motion of an extensible belt in multipulley belt drive systems. Faculty of Mechanical Engineering, s. 311-316

Maamuri (2003) Babylon University, Faculty of Engineering, Vol 8, No 3

Uçar M, Cengiz A (2004) V-kayışlarda çalışma ortam şartlarının kaymaya etkisinin deneysel olarak incelenmesi. Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 10 No 1, s. 137-144

Shim HJ, Kim JK (2009) Cause of failure and optimization of a V-belt pulley considering fatigue life uncertainty in automotive applications. *Engineering Failure Analysis* 16 (6): 1955-63

Čepon G, Manin L, Boltežar M (2010) Experimental identification of the contact parameters between a V-ribbed belt and a pulley. *Mech Mach Theory* 45 (10): 1424-33

Julio G, Plante JS (2011), An experimentally-validated model of rubber-belt CVT mechanics. *Mech Mach Theory* 46 (8): 1037-53

Sheng G, Lee JH, Narravula V, Song D (2011) Experimental characterization and analysis of wet belt friction and the vibro-acoustic behavior. *Tribol Int* 44 (3): 258-65

Chen G, Lee JH, Narravula V, Kitchin T (2012) Friction and noise of rubber belt in low temperature condition: The influence of interfacial ice film. *Cold Reg Sci Technol* 71: 95-101

Balta B, Sonmez FO, Cengiz A (2015) Speed losses in V-ribbed belt drives. *Mech Mach Theory* 86: 1-14

Lubarda VA (2015) Determination of the belt force before the gross slip. *Mech Mach Theory* 83: 31-7

Sundararaman, S (2009) Temperature dependent fatigue-failure analysis of V-ribbed serpentine belts. *International Journal of Fatigue* 31: 12

ÖZGEÇMİŞ

24 Ağustos 1990 yılında Bingöl ilinin Genç ilçesinde doğdu. İlkokulu, ortaokulu ve liseyi Bingöl'de bitirdi. 20012 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 2013-2015 yılları arasında Samsun ilinde doğalgaz sektöründe çalıştı. 2016 yılında Kredi ve Yurtlar Kurumunda çalışmaya başladı. Bu süre zarfında Catia 3D Tasarım Sertifikası, Doğalgaz İç Tesisat Mühendis Yetkilendirme Belgesi, Endüstriyel ve Büyük Tüketimli Tesislerin Doğalgaza Dönüşümü Mühendis Yetkilendirme Belgesi, Şantiye Şefliği Seminer Belgesi, Asansör Avan Proje Hazırlama Mühendis Yetki Belgelerini aldı. Halen Kredi ve Yurtlar Kurumunda çalışmaktadır.