



# RÜZGAR TÜRBİNİ HİDROLİK SİSTEMLERİ

## HYDRAULIC SYSTEM REVIEW IN WIND TURBINES

Ömer Emanet

### ÖZET

Günümüzde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi ; tükenmeyen, temiz, güvenilir ve bunların yanında sağlayacağı kazanç ile yenilenebilir olması temel alındığında düşük maliyetli bir enerji kaynağıdır. Bu çalışmada, rüzgar enerjisi santrallerinde kullanılan hidrolik sistemlerden bahsederken, bununla birlikte rüzgar enerjisinin dünya ve ülkemizdeki durumu analiz edilecektir. Bu çalışma, hidroliğin var olduğu bir sistemi, hidrolik mühendisliği açısından incelemenin yanı sıra diğer yandan bir farkındalık yaratma projesidir.

**Anahtar Kelimeler :** Rüzgar Türbini, Hidrolik Sistemler, Yenilenebilir Enerji, Hidrolik Dizayn

### ABSTRACT

As we know, Wind Energy, one of the renewable energy sources used today; It is a low cost energy source based on the fact that it is inexhaustible, clean, reliable and renewable with the gain it will provide. In this study, while talking about the hydraulic systems used in wind power plants, the situation of wind energy in the World and in our country will be analyzed. This study is an awareness raising Project as well as examining a hydraulic system in terms of hydraulic engineering.

**Key Words :** Wind Turbines, Hydraulic Systems, Renewable Energy, Hydraulic Design

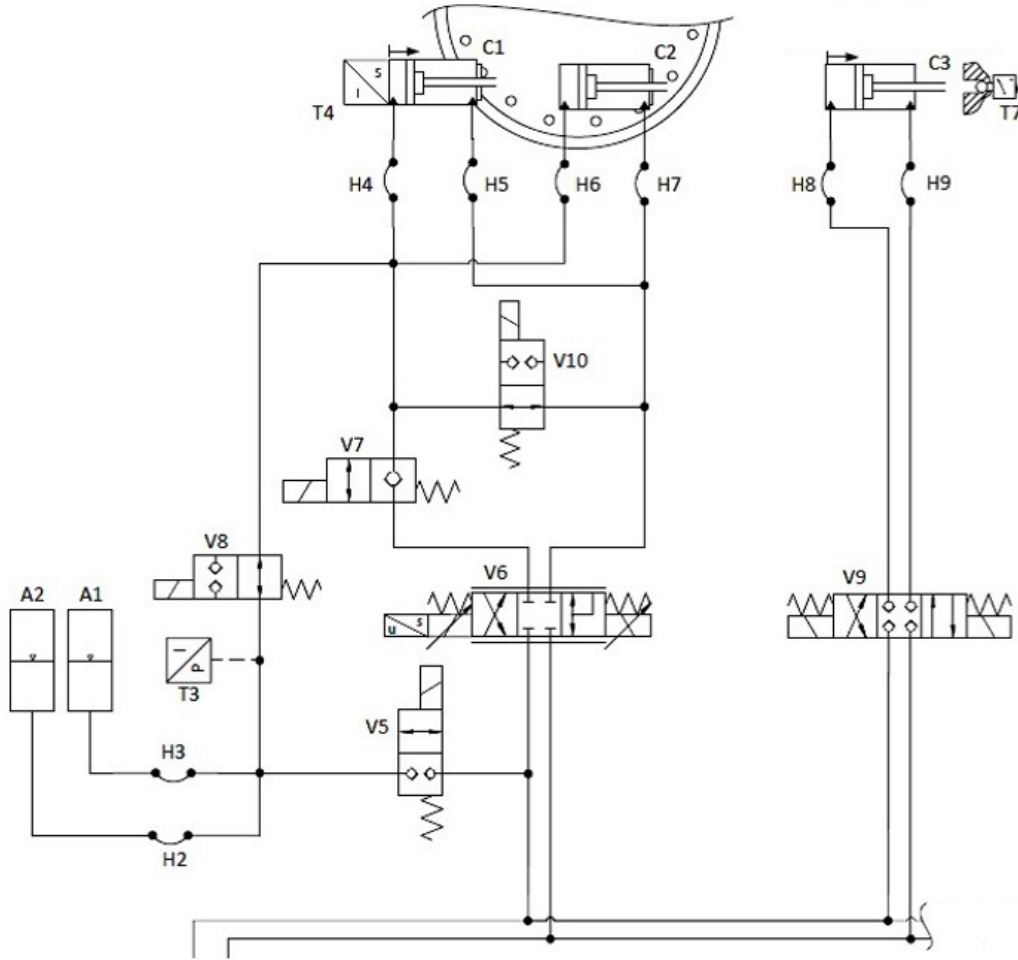
### 1.Giriş

Rüzgar enerjisi, günümüzde bütün toplumlar ve ilgili bilim çevreleri tarafından kabul görmüş, yenilenebilir ve temiz enerji kaynağıdır. Sanayi devriminden itibaren gelişen teknolojiler ve artan nüfusumuz neticesinde dünyamızın enerji ihtiyacı da her geçen gün hızla artmaktadır. Günümüzde bu enerji ihtiyacını karşılamak için çoğunlukla fosil yakıtlardan enerji elde etme yöntemlerini kullanıyoruz. Fosil yakıtların tükenme tehlikesi ve çevreye verdiği zararlar sebebiyle alternatif enerji kaynakları kullanmamız kaçınılmazdır. 20. Yüzyılın başlarında ilk rüzgar türbinleri kurulmaya başlanmış ve rüzgar gücünden enerji üretimi giderek artmıştır. Ülkemizde 2021 yılı Aralık ayı itibarıyla rüzgar enerjisi türbin sayısı 3868'e toplam kurulu güç ise 10.58 GW'a ulaşmış durumdadır. 1 Nisan 2022 tarihinde 189 bin 258 megavatsaatle tüm zamanların en yüksek rüzgar enerjisi üretimi gerçekleşti. Bu üretim kapasitesinin toplam enerji üretimindeki payı ise %22.67 oldu.

Rüzgar türbinlerinde hidrolik sistemler aşağıdaki 4 ana başlık için dizayn edilip kullanılmaktadır.

- Kanat Açılarının Ayarlanması
- Rotor Freni
- Rotor Kilidi
- Yaw Freni

## 2. Rüzgar Türbini Hidrolik Diyagramı



Şekil 1. Kanat açısı ayarlanması örnek hidrolik şeması [1]

Şekil 1'de gösterilen hidrolik devre şeması örnek bir kanat açıları ayarlanması ve rotor kilidi devre şemasıdır. Sistemizde C1, C2 ve C3 olmak üzere 3 adet çift etkili silindir kullanılmıştır. C1 ve C2 silindiri kanat açıları ayarlanmasında, C3 silindiri ise rotor kilitleme görevlerini yürütmektedir. C1 ve C2 silindirimizin kontrolünü V6 oransal valfi ile sağlamaktayız. Rüzgar gücüne göre kanatların açısını ayarlayan sistemimizde oransal valf kullanımı ile bu açıları hassas şekilde değiştirebiliyoruz. Sistemimizi güvenli durumda tutmak için 2 adet akümülatör kullandık, bu akümülatörün çalışmasını ise V5 ve V8 valfleri ile sağlıyoruz. V7 ve V10 valfleri ise C1 ve C2 silindirlerinin paralel bağlı olmasından dolayı silindirlerimizin hızlarını azaltıp arttırmak için kullanılıyor.

## 3. Kanat Açılarının Ayarlanması

Rüzgar türbinlerine rüzgar gücü farklı açılarla ve farklı güçlerde gelmektedir. Rüzgar türbinleri maksimum enerji üretimi için kanat açıları rüzgarın geliş yönüne göre ayarlamakta ve böylece en optimum üretimi sağlamaktadır. Kanat açıları ayarlanması için rüzgar türbinlerinde çift etkili pistonlar kullanılmaktadır. Şekil 1.'de gösterilen devre şemasında, sensörlerden aldığı bilgiyi oransal valfe ileten kontrolcü sayesinde oransal valf gerekli debiyi silindirlere ileterek silindirin hareketini sağlamaktadır ve böylece kanatlarımız rüzgarın gelişine göre kendini konumlandırmaktadır.

#### 4. Rotor Freni

Modern rüzgar türbinlerinde aerodinamik verimi artırmak için rotor freni kullanılır. Rotordaki dönüş hızı maksimuma ulaştığında rotor freni aktif hale gelir ve rotoru yavaşlatıp sıkıştırır. Bu mekanik frenleme genellikle yüksek hız milinde meydana gelir.

Rüzgar türbini uygulamalarında 2 tip frenleme tercih edilir. Birinci tip “ Pasif Fren “ olarak adlandırılır. Pasif fren sisteminde kaliperi açık tutmak için hidrolik basınç kullanılır. Hidrolik basınç azaldığı zaman, yüksek kuvvetli yay fren pistonuna baskı yapar ve böylece frenleme gerçekleşir.

İkinci tip frenleme ise “ Aktif Fren “ olarak adlandırılır. Bu fren sisteminde ise fren kaliperi her zaman açık pozisyonundadır, frenleme yapabilmek için hidrolik sistemin basınca çıkması gerekmektedir. Fren disklerinde birden fazla kaliper bulundurulabilir.

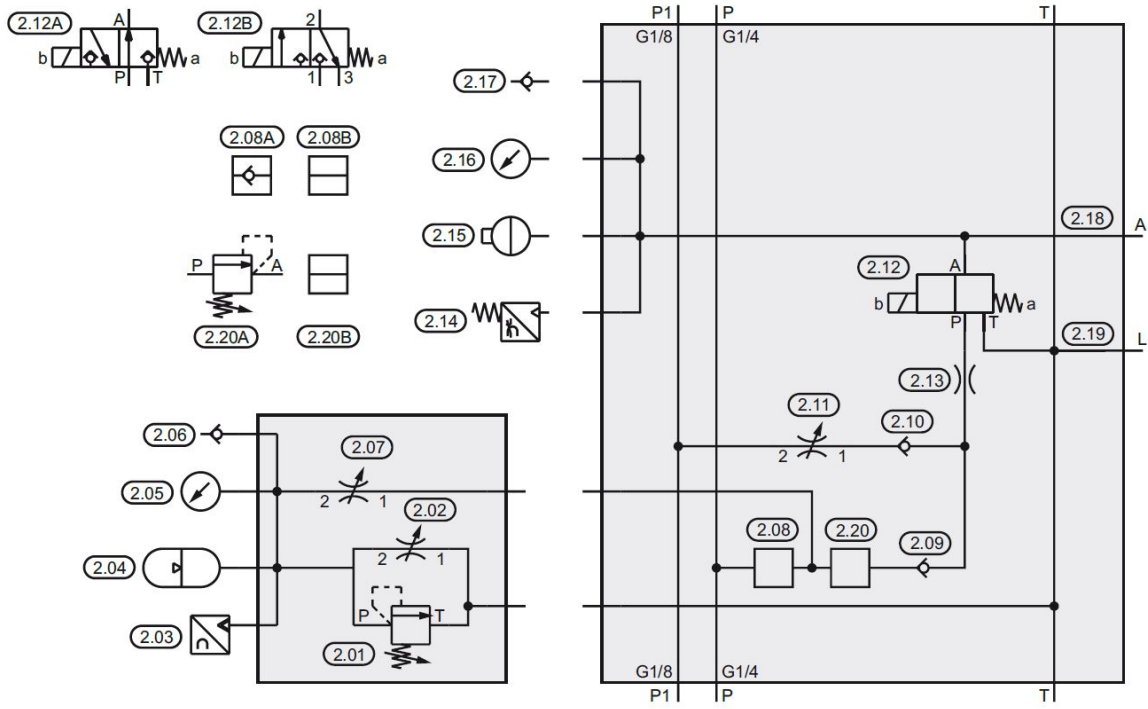


**Şekil 2.** Rotor Freni Görseli [2]

Şekil 3’de çizilen devre şeması örnek bir rotor freni devre şemasıdır. P1 hattı, manuel bir hidrolik pompanın basınç hattıdır. P hattı ise motor ile akuple edilmiş pompanın basınç hattını göstermektedir. Şekil 3 içerisinde 2.08 sembolü opsiyonludur. Bütün sistemin tamamında sadece rotor frenleme için akümülatör kullanılır ise 2.08A opsiyonunu kullanmalıyız. 2.08B opsiyonu ise sistemde başka akümülatörler var ise tercih edilmelidir.

2.12 sembolü sistemimizin “Aktif” veya “Pasif” fren sistemine sahip olduğunu belirleyen valftir. 2.12A valfini tercih edersek sistemimiz “Aktif” fren sistemine sahiptir. Böylelikle sistemde daimi basınç mevcuttur. 2.12B valfi ise “Pasif” fren sisteminde kullanılan valftir. Normalde kapalı olan bu valf tercih edildiğinde, A hattında basınç oluşmaz, basınç oluşabilmesi için popet valfe enerji vermemiz gerekir.

Eğer hidrolik ünitenin tamamında frenleme sadece Rotor için kullanılırsa, 2.20 valf yuvası 2.20B olarak tercih edilir ve serbest akış sağlanır. 2.20A valfi basınç düşürme valfidir, frendeki basıncı sınırlamak için kullanılabilir.

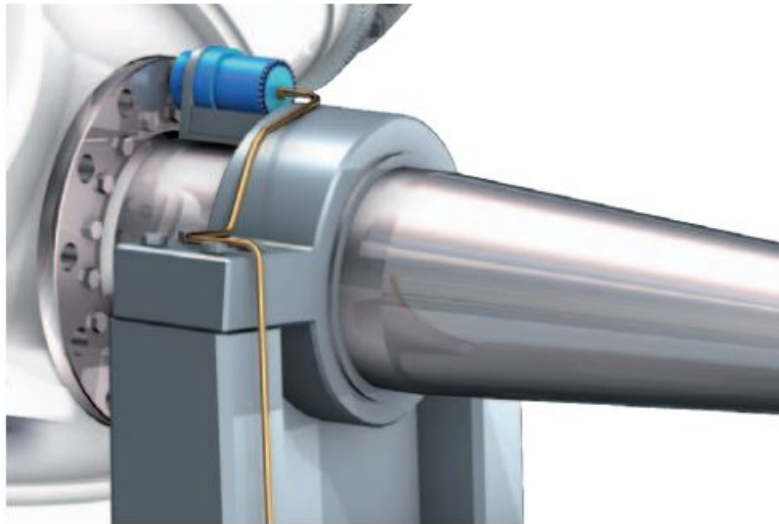


Şekil 3. Rotor Freni Örnek Şeması [3]

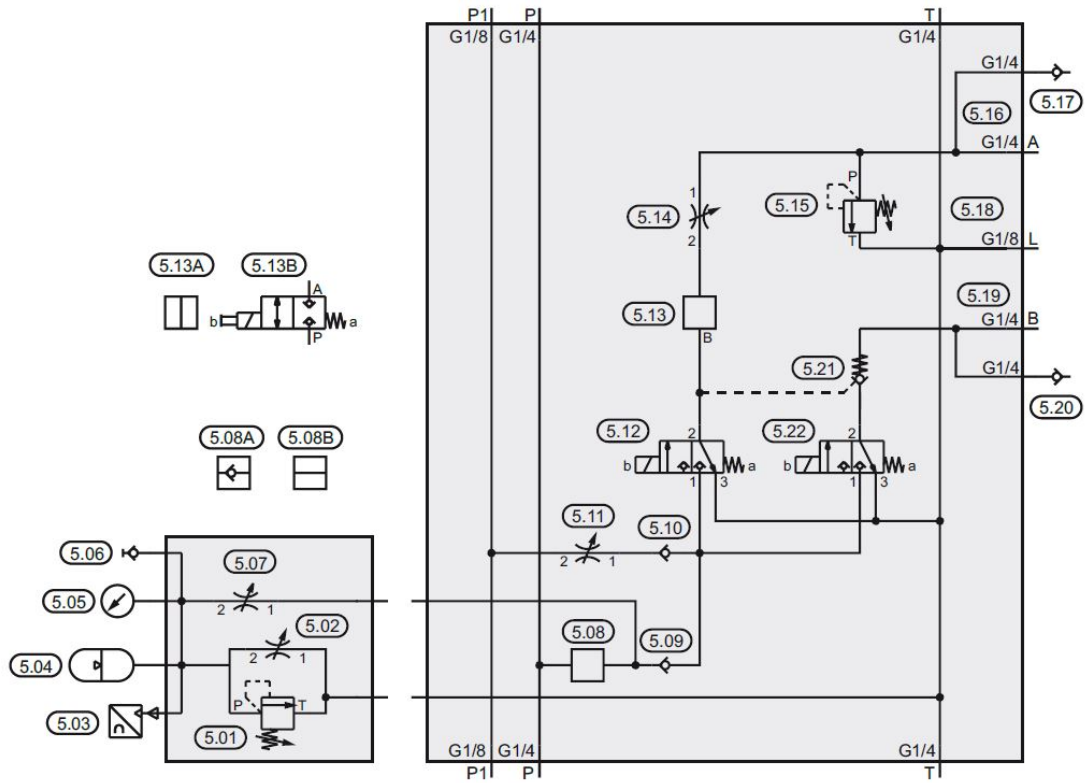
## 5. Rotor Kilitleme

Rotor freni ile rotor durdurulduktan sonra rotor kilitleme devreye girmelidir. Rotor kilitleme bir piston sayesinde rotorun dönmesini engeller ve genellikle bakım sırasında kullanılır.

Ek olarak, yüksek derecede gelen rüzgar kuvvetleri sarsıntıya neden olabilir ve bu sarsıntı dişli kutusu üzerindeki dişlere zarar verebilir. Bu sarsıntılar rotor kilidi tarafından engellenmezse, ciddi boyutlarda dişli arızalarına yol açabilir.



Şekil 4. Rotor Kilitleme [3]



Şekil 5. Rotor Kilidi Örnek Devre Şeması [3]

Şekil 5'te belirtilen hidrolik devre rotor kilidi için tercih edilebilecek tasarımlardan biridir. Sistem 5.12 ve 5.22 valfleri ile hareketini sağlamaktadır. 5.13 sembolü, ekstra güvenlik için 5.13B olarak tercih edilebilir. 5.08A seçeneği sistem bütününde sadece Rotor kilidinde akümülatör kullanılıyor ise tercih edilmelidir.

## 6. Yaw ( Rota ) Freni

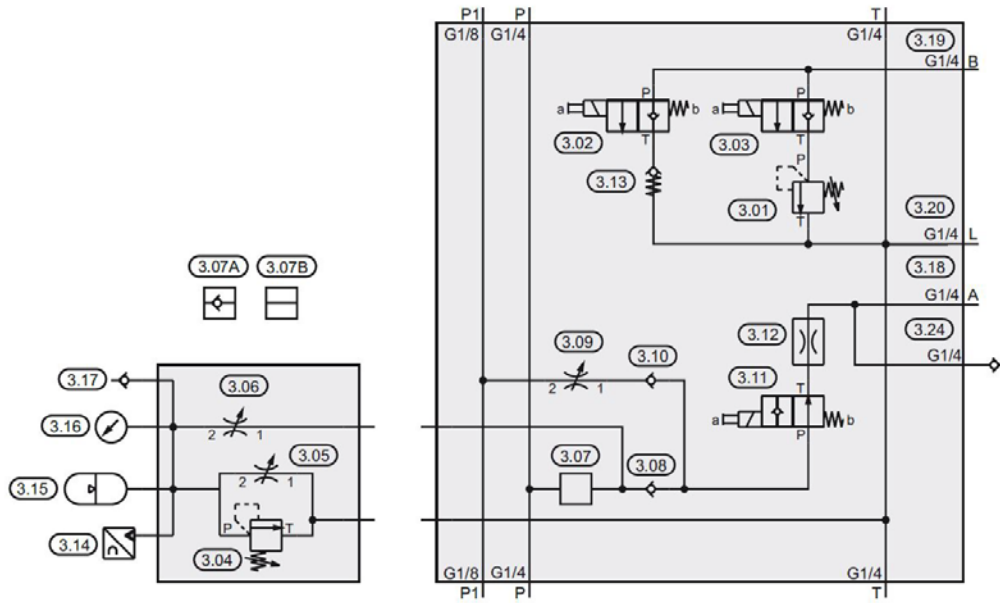
Bu frenin işlevi, naseli normal çalışma sırasında en uygun pozisyonda kilitlemektir. Yaw freni birden fazla kaliper bulundurabilir. Bu kaliperler, freni açık tutmak için hidrolik basınç kullanmaktadır. Rotor ve naselin rüzgara göre pozisyonlanabilmesi için frenler serbest bırakılır. Motor bölümü daha sonra bir elektro-mekanik veya hidrolik tahrik vasıtasıyla, operasyon için daha uygun olan yeni bir konuma döndürülür.

Örnek devre şemasında belirtilen 3.07A seçeneği sistemde akümülatörün sadece bu devrede kullanılması halinde kullanılacaktır. 3.07B serbest akışı sağlar, sistemde başka aküler varsa bu seçenek değerlendirilir.

Şekil 7'de 3.03 ve 3.02 valflerine enerji verildiğinde nasele daha hassas şekilde dönüşü gerçekleştirecektir. 3.13 valfi ile birlikte 3.02, 3.03 valflerinin konumundan dolayı sistem basıncıta kalmaktadır.



Şekil 6. Yaw Freni Görşeli [3]



Şekil 7. Yaw Freni Örnek Devre Şeması [3]

## 7. Sonuç

Rüzgar enerjisi ülkemiz ve dünyamızın geleceği için çok önemli bir kaynaktır. Bu kaynağı verimli kullanabilmek gelecek nesillerimize daha yeşil ve sağlıklı bir toplum bırakabilmek açısından önem arz etmektedir. Rüzgar türbininde kullanılan hidrolik sistemler zaman içerisinde revizyona uğradığı gibi gelecek yıllarda da daha verimli hale getirilmesi için çalışmalar yapılacaktır.



## KAYNAKLAR

- [1] L5 CM 1 2019.pdf (tuiasi.ro)
- [2] Development of a hydraulic brake control system for 100kW horizontal axis wind turbines using pressure relief and directional valves (researchgate.net)
- [3] Hydraulic Power Units for Braking Systems in Wind Turbines (boschrexroth.com)

## ÖZGEÇMİŞ

### Ömer Emanet

1995 yılı İstanbul doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. 2020 yılında Doğu Üniversitesi Makine Mühendisliği ( İngilizce ) bölümünden mezun olmuştur. 2021 yılından itibaren Mert Teknik A.Ş. 'de proje ve satış mühendisi olarak görev yapmaktadır.