

RÜZGAR ENERJİSİ TESİSLERİNDE VAROLAN CİVATALARIN, ZOR ŞARTLAR ALTINDA, İSTENİLEN NORM VE DEĞERLERDE SİKILMA VE SÖKÜLMELERİ

Cengiz BAŞIKOĞLU

Rüzgar enerjisi tesislerinde varolan civata bağlantılarının güvenilirliği hesaplamaya, tasarıma en önemlisi de montajına bağlıdır. Çünkü, hesaplanmış olan ön gerilim kuvvetinin montaj sırasında hızlı, güvenli ve mümkün olduğunca tekrar edilebilir ölçüde verilmesi gerekmektedir. Bu yapılmadığında civata bağlantısı görevini yerine getiremeyecektir. Sonuçlarında ise rüzgar enerjisi tesislerinde son derece kötü olaylara meydan verebilir. Bu nedenle rüzgar enerji santrallerinde varolan tüm civatalar çelik inşa normu DIN18800/T7'e tabidirler. DIN 18800 madde 3.3.3.2 şunları ön görmektedir:

Civataların gerilmesi, somunların veya civata başlarının sıkılmasıyla; dönme momenti veya dönme açısı işlemleriyle yapılabilir. Bu işlemde flanş ile civata başı veya somun arasındaki sürtünme ilişkisine dikkat edilmelidir. Bu işlemler için mekanik, elektrik, hidrolik tork aletleri kullanılabilir. Hidrolik tork aletlerinin diğerlerine kıyasla daha hafif, küçük, pratik ve güçlü olduğu malumdur.

Civataların gerilmesi üreticinin verdiği teknik bilgi ve değerlere göre yapılır. Civata başından yapılacak germe işlemlerinde meydana gelebilecek yüksek sürtünme katsayısı nedeniyle sıkma momenti, somun tarafından yapılacak germe işlemine göre takriben %10 oranında artırılmalıdır.

Rüzgar enerjisi tesislerinde, kritik noktalarda bulunan ve bu yüzden periyodik kontrolü gereken civataların ebat ve sıkma momentleri şunlardır:

A) ZEMİN ANKRAJ CİVATALARI:

Rüzgar enerjisi tesisinin türüne göre söz konusu büyüklükler M36-M39'dur. Sıkma momenti buna uygun olarak 1000 Nm ile 2100 Nm arasında bulunmaktadır. Rüzgar santrallerinde bulunan tespit saplamalarının uzunlukları 1500mm'ye kadar olabilmektedir.

Mevcut problem şudur: Torklama sırasında kuvvetli bir torsiyon (burkulma) meydana gelir. İmalatçılar 300mm'den daha uzun olan saplamalarda saplamanın sahip olduğu kendi torsiyonu nedeniyle bağlantıların dönme momentine tam uyumlu sıkılamadıkları tespit edilmiştir.

B) KULE FLANŞLARININ SAPLAMALARI:

Rüzgar enerjisi tesisinin türüne göre söz konusu büyüklükler M 30 – M 36'dır.

C) ROTOR LEVHASI:

Rüzgar enerjisi tesisinin türüne göre söz konusu büyüklükler M 18 – M 30'dur. Sıkma momenti buna uygun olarak azami 2100 Nm'dir.

D) ROTOR MİLİ:

Burada sözkonusu olan M 24 – M 30 büyüklüğünde bir veya iki sıralı vida flanşdır. Sıkma momenti buna uygun olarak azami 2.000 Nm'dir.

E) LEVHA YATAĞI - ROTOR GÖBEĞİ:

Rüzgar enerjisi tesisinin türüne göre söz konusu büyüklükler M 30 – M 36 ve kısmen M 48 dir. Sıkma momenti buna uygun olarak azami 2.800 Nm'dir.

Vorspannkraft, Drehmomente und Drehwinkel
Nach DIN 18 800, Teil 7, Tabelle 1

Schrauben - Ø	mm	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 36
Erforderliche Vorspannkraft in der Schraube	F_v (kN)	50	100	160	190	220	290	350	510
Drehmoment Verfahren	Feuerverzinkt MoS ₂ geschmiert M_v1 (Nm)	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Aufzubringend Anziehungmoment	Roh, schwarz leicht geölt M_v1 (Nm)	120	350	600	900	1100	1650	2200	3800
Drehimpuls Verfahren	Aufzubringende Vorspannkraft F_v^z (kN)	60	110	175	210	240	320	390	560
Drehwinkel Verfahren	Aufzubringendes Voranziehmoment M_v^z (kN)	10	50	50	100	100	200	200	200
M 12 bis	Klemmlänge L_k (mm)	0 bis 50		51 bis 100			101 bis 240 mm		
	Drehwinkel ϕ	180		240			270		
M 36	Umdrehungsmaß U	1/2		2/3			3/4		

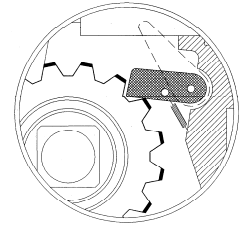
F) SEPET - KULE DÖNER BAĞLANTI:

Burada söz konusu olan M 30 büyüklüğünde döner bağlantı vidalarıdır. Sıkma momenti buna uygun olarak azami 1.740 Nm civarındadır.

İnşa talimatı, kritik noktalarda bulunan tüm vidalamaların % \pm 4,5 oranının altında bir hassasiyetle sıkılmaları gerektiğini belirtir.

Birçok torklama işleminde buna rağmen yine de sıkma momentlerinde azami sınır olan % \pm 4,5 'lik tolerans aşılmaktadır. Bu durum hidrolik çalışan tork aletlerinde dahi görülmektedir. Bu aletler % \pm 3 hassasiyete sahip olmasına rağmen yalnızca silindir-piston-tahrik mandalı kuvvet aktarımı gerçekleşmektedir. Saplama torsiyonu bu türdeki hidrolik aletlerde dikkate alınmazlar. Bunun sonucu alette verimli olmayan bir şekilde ileri-geri salınım ve saplama üzerinde hatalı sıkma momentleri oluşmaktadır. Sözkonusu sistemin dayattığı bu istenmeyen hata kullanıcı tarafından hemen fark edilememektedir, çünkü ön gerilim kuvveti değil bir dönme momenti ayarlanmaktadır.

Ancak bir Amerikan firmasının patenti altında hidrolik tork aletlerindeki bu olumsuzluğu gideren bir sistem geliştirilmiş ve uygulamalarda yapılan araştırmalarda başarısı ispatlanmıştır. Buna olanak sağlayan şey ikincil bir tahrik mandalı sistemidir. Hidrolik tork aletleri, civata ve saplamaları, piston adımına bağlı olarak 24° gibi belirli açılarda döndürebilmektedir. Her adımdan sonra mandallı kol sistemi tahrik dişlisi içine düşer ve bu sayede saplamanın her ileri adım sonunda burulma kaybı önlenir. Verimli olmayan bir tork aleti ileri-geri salınımı gerçekleşmez. Böylece +/- %3'lük hassasiyet ve de değişmeyen bir torklama hızı sağlanır.



Sürekli ve hassas sıkma adına birden fazla tork aleti, senkron, yani eş zamanlı ve eş performanslı bir hidrolik hortum dağıtıcısı sayesinde tek bir hidrolik üniteden çalıştırılabilmektedir.

Flanşın civataları karşılıklı eşit olarak sıkılarak flanş tam olarak oturtulmaktadır. Bu şekilde çalışma ek olarak zamandan da kazandırmaktadır.

YAĞLAMA/SÜRTÜNME DEĞERLERİ:

Civataların sıkılırken hangi türde yağlandıklarına bağlı olarak, değişik sürtünme değerleri nedeniyle, germe kuvvetlerinde büyük farklılıklar oluşmaktadır. Bunun sonucunda ise kontrolsüz ön gerilim kuvvetleri ve bununla bağlantılı olarak da eşit olmayan gerilimler olmaktadır.

Yine söküm esnasında da ısı değişiklikleri ve nemin yarattığı korozyon sebebiyle güçlükler yaşanmaktadır. Civataların gevşetme tork değerleri, maruz kaldıkları ortama göre 2 veya 3 katına çıkabilmektedir. Çeşitli yağlama maddeleri üzerinde uzman bir Avusturya firmasınınca yapılan kapsamlı incelemeler sonucunda aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

A	Çıplak vida, çıplak pul, galvanizli somun
B	Hava kurutucu MoS2 kayıcı boya
C	MoS2 kayıcı boya açık sertleştirilmiş
D	MoS2 montaj pastası
E	Sıcak vida pastaları
F	Üniversal gres yağı

2032 NM'lik bir sıkma momentiyle şu germe kuvvetleri elde edilmiştir

Germe kuvveti [kN] olarak												
Deneme	A	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	E1	E2	E3	F
1	245	670	680	635	530	480	410	400	280	285	275	232
2	207	680	665	610	470	460	420	420	260	270	280	185
3	196	*)	650	587	446	470	427	440	270	260	300	212
4	175	-	642	585	451	460	446	442	272	250	300	169
5	140	-	642	585	460	450	465	440	265	235	290	200
6	**)	-	660	552	455	440	465	430	250	235	330	124

*)Deneme yarıda kesilmiştir (malzemenin aşırı yüklenmesi) **) Aşınma

Elde edilmiş olan sıkma momentlerinden aşağıdaki yayılma değerleri meydana gelmiştir:

Yayılma [%]												
Deneme	A	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	E1	E2	E3	F
	42,90	1,47	5,59	13,10	15,90	8,33	11,80	9,50	10,70	17,50	16,70	46,50

aşağıdaki sürtünme değerleri (μ) tek tek denemeler için türetilebilmektedir.

μ Orta değer												
Deneme	A	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	E1	E2	E3	F
	0,207	0,046	0,048	0,055	0,074	0,075	0,079	0,082	0,170	0,147	0,125	0,215

Rüzgar enerji tesislerinde, saplamaların kendi torsiyonlarını önceden tamamen devreden çıkarabilmek için saplamanın gerilerek sıkılması tavsiye edilir. Bunun için iki yöntem bulunmaktadır;

- 1) Standart gerdirme silindirleriyle civata uzatılır ve somun boşluğu alınarak yük boşaltılır ve flanşın sıkılması sağlanır. Bu yöntemle gerekli ön germe kuvvetinden çok daha fazlası tatbik edilmek zorundadır. Saplama deformasyonu ve malzeme yorgunluğu nedeniyle kısa sürede yıpranmakta ve iş göremez hale gelmektedir. Yine saplama malzemesinin ani gerçekleşen gerilim boşalması ile şok bir şekilde oturması birbirleri arasında büyük gerilim sapsmaları göstermektedir.
- 2) Civataların eş zamanlı olarak bir yandan hidrolik gerdirme işlemi yapılırken aynı anda yine hidrolik dönme momenti ile somunların sıkılması sonucu az önce bahsedilen yükleme ve gerilmeler bertaraf edilmektedir. Bu sistemlerde standart hidrolik silindir ile hidrolik tork makinası bir aradadır.
- 3) Yeni bir bakış açısı olarak yine hidrolik tork aletleri ile çalışan üç parçalı somunlar geliştirilmiştir.

Üç parçalı somunların monte edilmesi sayesinde artık istenen **montaj ön gerilim kuvvetini** devamlı olarak ve tekrarı mümkün bir şekilde;

- hızlı (esas olarak civata bağlantısı başına yarım dakikanın altında),
- son derece yüksek tamlıkta,
- ölçülebilir tekrar tamlığında,
- torsiyonsuz,
- yan yüksüz,
- çalışma ve tesis emniyetli,
- insan faktörünün çok düşük seviyelere indirgenmesini sağlayabilirsiniz.

Bu yeni bağlantı elemanının tüm yapı parçaları civatalama işlemlerinin tamamı süresince kuvvet etkisi altında bulunur. Bu sayede civata bağlantısında hiçbir oturma kaybı meydana gelmez.

Üç parçalı bu somunlarda sürtünme değerleri, dış şekilleri ve malzeme en uygun şekilde düzenlenmiştir. Aşınma olayları ve dişlerin hasar görmesi böylece önlenmiş olmaktadır. Bu somunlar her zaman için sökülebilir ve yeniden kullanılabilir özelliktedir. Saplama malzemesi daha küçük boyutlarda kullanılabilir, çünkü bunlara -ön gerilim kuvvetinin sahip olduğu yüksek tamlık sayesinde-, akma sınırına kadar kuvvet uygulanabilmektedir. Bu sayede yapısal olarak geliştirilmiş başka olanaklar doğabilmektedir.

Bir Amerikan firmasının patentli icadı olan bu üç parçalı somunlar şu alanlarda elverişli kullanıma sahiptir:

- parça dairesinde (en dar parça dairesi mümkün)
- hidrolik tork aleti dahil düşük yükseklik ihtiyacı
- saplama fazlalığına gerek kalmaz
- her türlü saplama fazlalığının üstlenilmesi
- somundan somuna doğrudan yerleştirme mümkün
- üstten "serbestlik"

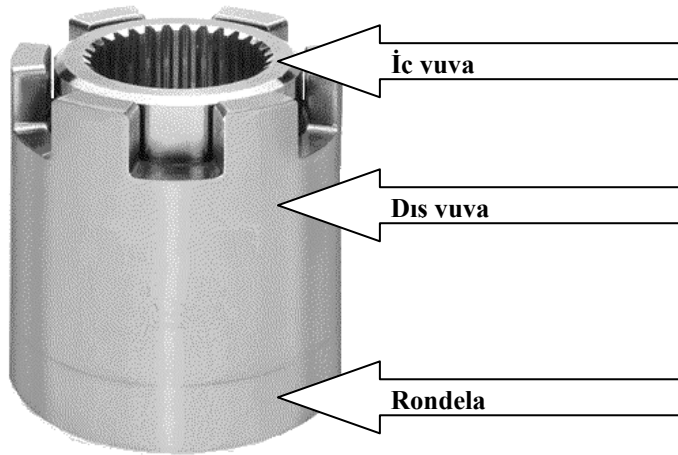
Bu somunlar, alışagelmış standartlardaki ve hafif, hidrolik tork aletleriyle sıkılmakta ve sökülmedirler. Burada reaksiyon ucu iç yuvanın dişlerine ve başlıklı bir tahrik ise dış yuvaya müdahalede bulunmaktadır. Başlıklı tahrik dış yuvayı, reaksiyon ucu tarafından sabit tutulan iç yuvanın dişleri boyunca saat yönünde aşağıya doğru döndürür ve saplamayla bağlantılı olan iç yuvayı paralel olarak yukarıya doğru itirir. Dolayısıyla saplama yukarı doğru kontrollü bir şekilde uzar. Tüm hareketler somun içerisinde gerçekleşmektedir.



Şekilde görülen saplamanın uzun olması halinde kullanılan tipidir.

İstenen ön gerilim kuvvetine bu sırada doğrudan kumanda edilir. Kullanıcı bu sırada üç diş-somun büyüklüğü için yalnızca bir alet büyüklüğüne ihtiyaç duyar. Üç parçalı bu somunlar el kuvveti arttırıcısı veya tork anahtarı vasıtasıyla sonradan sıkılabilmektedir.

Üç parçalı bu somunlar tüm normlardaki geleneksel standart somunların, hidrolik genişleme silindirlerinin, çoklu civata germe elemanlarının ve diğer sıkma işlemlerinin yerini tutmaktadır.



Tür: Asgari dış çapa sahip genişleme somunu

RÜZGAR ENERJİSİ TESİSLERİNDE VİDALAMALARIN ÖLÇÜLMESİ VE DOKÜMANTASYONU

DÖNME MOMENTİ - ÖN GERİLİM KUVVETİ ÖLÇÜM ÜNİTESİ (LOAD-CELL)

Geliştirilmiş bir kuvvet ölçüm ünitesiyle kullanıcı için civataların montajından önce endüstriyel alandaki tüm saplamaları aşağıdaki kriterlerde tek tek ölçmek mümkündür:

- * Saplamaların uzamasının kontrol edilmesi.
- * Tork aletinin hidrolik basıncına bağlı olarak ön gerilim kuvvetinin ölçülmesi.
- * Uzunluk değişkeni ΔL 'ye bağlı olarak ön gerilim kuvvetinin ölçülmesi.
- * Eşit ön gerilim kuvvetinde eski ve yeni saplamaların ΔL açısından karşılaştırılması.

- * Kullanılan farklı yağlama maddelerinde sürtünme değerinin karşılaştırılması.
- * Dönme açısına bağlı olarak ön gerilim kuvvetinin ölçülmesi.
- * Tüm hidrolik germe silindirlerinin istenen ön gerilim kuvvetini verip vermediğinin kontrol edilmesi.

Load-Cell ve sahip olduğu ön gerilim kuvveti manometresi kalibre edilmiştir. Ön gerilim kuvveti ölçüm tamlığı % ± 3 'ten daha iyidir.

Aynı zamanda önceden gerilmiş vidalı saplamada doğrudan bir askılı mikrometre veya derinlik ölçer sayesinde doğrudan bir uzunluk ölçümü yapılabilir ve ΔL elde edilebilir.



Load-Cell

CİVATALAMA İŞLEMLERİNDE DOKÜMANTASYON SİSTEMİ

Rüzgar enerjisi tesislerinde de, önceden verilmiş dönme momentine uyulmasıyla ilgili olarak civatalama esnasında dahi belgelendirilmek zorunda kalınan hassas civata bağlantıları bulunmaktadır.

Çünkü aksi takdirde, uygulanmış olan dönme momentleri ve kullanılan civatalama tekniği ile hiçbir ilgisi olmayan kalite sorunları da meydana gelebilmektedir. Sıkışmış, yapışmış veya yarılmış civata bağlantıları veya deforme olmuş dişler, elverişsiz sürtünme özellikleri, hatalı destek düzenekleri veya çoktan aşılımış saplamalar vb. civata bağlantılarında büyük zayıflıklara yol açabilmektedir. Bu türdeki kalite sorunları mümkün olduğunca civata bağlantısı iş görmez olmadan önce sıkma işlemi sırasında saptanabilmeli ve analiz edilebilmelidir.

Bir dokümantasyon sistemi olan SVP-2000 sayesinde, gerekli kullanım hallerinde civatalama işlemleri, ayarlanmış olan nominal sıkma momenti değerinin yerinde ölçülmesi sonucunda belgelendirilebilmektedir. Dokümantasyon işlemi entegre edilmiş bir ölçüm ünitesi yardımıyla yapılmaktadır. SVP-2000 dokümantasyon sistemi kullanıcı dostu bir WIN 95 yazılımıyla çalıştırılmaktadır. Kullanıcıya grafik ve metinden oluşan bir dokümantasyon verilir. Bu sayede nominal sıkma momentinin civata bağlantısına gerçekten de aktarılıp aktarılamadığı saptanabilmektedir. Grafik ve metin protokolü civatalama işlemlerinde meydana gelebilecek muhtemel hataların derhal analiz edilmesine olanak vermektedir. Elde edilen verilerin tamamı kaydedilebilmekte, böylece istendiğinde sonradan geri çağrılabilen ve yazdırılabilmektedir. Tüm civata bağlantılarında gediksiz bir kalite güvencesi böylece sağlanabilmiş olmaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

1953 yılında Kırıkhan'da doğdu. Liseyi Afyon'da bitirdikten sonra 1978'te ODTÜ Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1980 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya bölümünde yüksek lisans yaptı. 1983 yılında kendi firması olan Başikoğlu Kimya San. ve Tic.'i kurdu. 1991'den bu yana da HYTORC firmasının Türkiye temsilciliğini yapmaktadır. Evli ve iki kız çocuğu babasıdır.