

UOT 658.5

*Əkimə Əmir qızı ƏHMƏDOVA*  
*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin*  
*"Sənaye iqtisadiyyatı və menecment" kafedrasının dosenti*

## ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏYİ KİMİ KÜLƏK ENERJİSİ, ONDAN İSTİFADƏ VƏ ENERJİNİN ALINMASININ SƏMƏRƏLİLİYİ

### *Xülasə*

Dünyanın, demək olar ki, bütün ölkələri öz enerji ehtiyaclarını neft, təbii qaz və kömür kimi ənənəvi enerji mənbələri hesabına ödəyir. Bu resurslar isə tükənəndir, ətraf mühiti çirkləndirəndir, qiymətləri bahadır. Bunun əksi olaraq alternativ enerji mənbələri ekoloji cəhətdən təmiz və tükənməzdir.

**Açar sözlər:** *enerji, yanacaq, alternativ.*

### *Giriş*

Dünyada külək enerjisindən ən çox istifadə edən ÇXP-dir. Son zamanlar burada istehsal olunan külək mühərriklərinin sayı 1300-dən 3000-ə qədər artmışdır. Azərbaycanda bu sahədə aparılan işlər müharibədən sonrakı illərə təsadüf edir.

Külək enerjisinin potensial istehsalı ərazinin böyüklüyündən asılıdır. Enerji alınması ilə ərazi bilavasitə vəhdət təşkil edir. Orta güclü külək turbinləri istehsalında aparıcı yer tutan Danimarka bu sahədə dünyada olan 15-ə qədər iri firmanın yarısına malikdir.

Külək enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək elm və texnikanın müasir nailiyyətlərindən, insan zəkəsindən istifadənin nəticəsində mümkündür. Problemin həlli işin təşkilindən, iqtisadi – ekoloji baxımdan müvafiq istehsal sahəsinin səmərəli inkişafından asılıdır. KES ekoloji cəhətdən təmiz elektrik enerjisi verir.

Dünyada ilk KES 1981-ci ildə Krımda inşa edilmişdir. Dünyanın digər ölkələrində sonralar bu tədbirlər təbii qaz olunmağa başladı.

### **Qafqazda külək enerjisindən istifadə**

Qafqazda da Külək enerjisindən istifadə edilməsi qədim tarixə malikdir. Ən çox külək əsən Abşeron yarımadasında küləyin orta illik sürəti saniyədə 8-9 m-ə, hətta 35-40 m-ə çatır. Küləyin orta illik sürətinin 6-7 m-ə çatdığı Kamık və Sal çöllərində də külək enerjisindən istifadə olunması üçün əlverişli şərait vardır.

Külək enerjisinin enerjiyə çevrilməsi əsasən 2 mühüm tədbirin həyata keçirilməsini tələb edir:

- 1) Müvafiq maliyyə, material sərfi vasitəsilə daimi olmayan külək enerjisinin toplanması;
- 2) Müxtəlif ərazilərdə enerji almaq üçün külək mühərriklərindən istifadə edilməsi.

Azərbaycan Respublikası bu cəhətdən olduqca əlverişli şəraitə malikdir. Burada külək enerjisi almaq məqsədilə 1-5 min kVt gücündə enerji qurğularının tikilməsi üçün əlverişli şərait vardır.

Külək enerjisindən istifadə edilməsinin təşkilatı məsələləri istehsal proseslərinin bütün sahələrinə əhatə edir. Enerji istifadəsinin təkmilləşdirilməsi və kompleks inkişafı bəzi məsələlərin həyata keçirilməsini tələb edir:

- 1) Enerji potensialının iqtisadi səmərəsinin artırılması;
- 2) Enerji istehlakında elektrik enerjisi payının fasiləsiz artırılması;
- 3) Elektrikləşdirmənin rolunun və əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsi;
- 4) Mütərəqqi texnoloji tədbirlərin həyata keçirilməsi;
- 5) Keyfiyyətin və əhalinin rifah halının yaxşılaşdırılması.

Hazırda külək enerjisi qurğularının əsas iqtisadi parametrlərinin müəyyən edilməsi, istehsal olunan enerjinin dəyəri, hansı maddi vəsait hesabına başa gəlməsi ilə ölçülür. Külək enerjisindən istifadə olunmasının əsas meyarı hər hansı ərazidə il müddətində küləkli günlərin sayının. küləklərin istiqamətinin müəyyən edilməsindən ibarətdir. Qeyd edək ki, külək qurğularının yuxarıda

fırlanan hissəsi quşlar üçün təhlükəlidir. Buna görə də onları quraşdırarkən quşların miqrasiya yolları, uçuş hündürlükləri nəzərə alınmalıdır.

Azərbaycan hidrometeorologiya xidmətinin energetika institutlarının məlumatları təsdiq edir ki, Abşeron yarımadasında 1 km<sup>2</sup> sahədə 4 mVt gücündə enerji almaq mümkündür. Yarımadanın 8-10 faizi həmin məqsədlə istifadə edilərsə 2.5-2.6 mln kVt gücündə enerji qurğusu əldə etmək olar ki, bu da Azərənərji şirkətinin istehsal gücünün xeyli hissəsinə bərabərdir. Aşağıda göstərilən rayonlarda külək enerjisindən istifadə edilməsi "kiçik energetika"-nın inkişafında mühüm əhəmiyyətə malikdir:

1) Ceyrançöl yayları Gəncə - Goranboy – Tərtər. Yaz və qış aylarında şimal – qərb istiqamətində əsən güclü küləklər enerji almaq üçün etibarlı mənbədir.

2) Alazan – Həftəran vadisi, Kalmık, Şal çölləri, Şimali Xəzər düzənliyi, Türkmənbaşı – Bişkek regionunda da küləklər çoxlu enerji yaradır.

Amerika Külək Energetikası Assosiasiyasının (AWEA) 1996-cı il hesablamalarına görə dünya energetik sistemində qoşulmuş külək enerjisi qurğularının (KEQ) ümumi gücü 6000 MVt-dan çox olmuşdur. Əlbəttə, bu rəqəm dünya enerji balansı ilə müqayisədə o qədər də böyük rəqəm deyil. Lakin, külək energetikasının atom, istilik və hidro energetikaları ilə yanaşı durduğunu, onun illik inkişaf tempinin 25% olduğunu nəzərə alsaq onun sadalanan enerji mənbələrinə ciddi rəqib olduğu görünür. 3-cü cədvəldə külək energetikası üzrə 10 ölkənin adları və potensialı verilmişdir.

Cədvəl 1

Külək enerjisindən istifadə üzrə dünyanın aparıcı dövlətləri

№	Ölkələr	Potensial, MVt
1.	ABŞ	1794
2.	Almaniya	1567
3.	Hindistan	820
4.	Danimarka	785
5.	Niderland	305
6.	İngiltərə	264
7.	İspaniya	216
8.	İsveç	105
9.	İtaliya	70
10.	ÇXR	57

Hal-hazırkı müasir dövrdə istifadə edilən külək turbinləri küləkdəki çoxlu miqdarda enerjini elektrik enerjisinə çevirə bilirlər. Bu çevrilmədə ən böyük rol qanadların payına düşür. Belə ki, qanadlar, müasir aerodinamik analiz və başqa icramı nümayiş etdirən təchizat vasitəsilə düzəldilməkdədir. Beləliklə, külək turbinlərinin əsas iş prinsipini nəzərdən keçirək. Külək turbininin əsas komponentləri bunlardır: rotor, qüllə, dişli qutu, kontroller, generator. Külək vasitəsilə fırlanan qanadlardan biz elektrik enerjisini ona birləşmiş generatordan alırıq. Bəs əsən külək qanadı necə hərəkətə gətirir? Belə ki, hər bir qanad başlanğıcından sonuna kimi çoxlu sayda müxtəlif forma və ölçülü aerodinamik səthli eninə kəsiklərdən ibarətdir. Məhz bu sadə aerodinamik səth texnologiyası sayəsində külək turbinlərinin qanadı fırlanmaya nail olur. Bu o deməkdir ki, külək aerodinamik səth üzərində axıqda qalxma qüvvəsi yaranır. Beləliklə, külək turbininin qanadları biz gördüyümüz sadə fırlanmaya nail olur. Hərəkət edən külək turbininin qanadı da küləyi relyativ, yəni nisbi olaraq keçirir.

$$V_{nisbi} = V_{külək} - V_{qanad}$$

Elektrik əldə etmək üçün külək sürətinin turbinə aid xüsusi "cut in" (ilk hərəkət) dəyəridən böyük olması lazımdır. Lakin külək turbinlərinin işləyərək elektrik istehsal etməsi üçün ən əlverişli külək sürəti 4m/s olmalıdır. Hərəkət edən qanad üçün nisbi külək təcili ilə göstəriləni kimidir.

Buna görə də külək turbininin qanadı nisbi külək sürətilə düzlənmək üçün maili vəziyyətdə yerləşdirilir. Qanadın təcili onun uclarında artdıqca küləyin nisbi sürəti də onun uclarına doğru meyil edir. Nəticədə qanada başlanğıcından sonuna kimi davam edən burulma verir. Lakin bu fırlanmaya birbaşa olaraq generator quraşdırıla bilməz. Çünki külək turbinlərinin qanadları səs və güc probleminə görə adətən aşağı tezlikdə fırlanır. Bu yavaş fırlanmanı isə nəzərə alaraq generatordan hər hansı bir əhəmiyyətli enerjini istehsal edə bilmərik. Buna görə də generatora birləşdirilməzdən əvvəl sürət, sürət qutusunda çoxaldılır. Sürət qutusu multiplikator, yüksək sürət nisbətini almaq üçün planetar mexanizm düzülüşündən istifadə edir (Sürət Nisbat ~ 1:90).

Külək turbinlərinin generator sistemində:

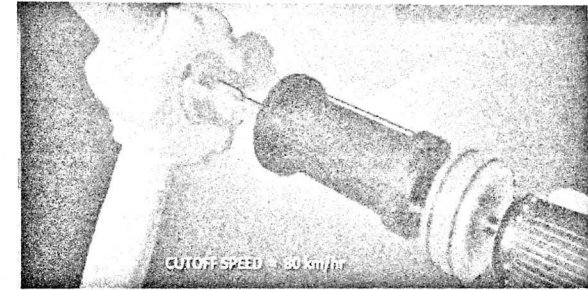
- Rotor 20-200 d/d sürətlə döndür.

- Asinxron generatorlar birbaşa şəbəkəyə bağlana bilirlər və bu səbəbdən elektrik sistemi sadədir.

- Daim nəzarətdə saxlanılmalıdır.

- Aşağı sürətli işləmədə tezlik 50 Hs-ə bərabərdir.

Külək turbininin digər hissəsi tormoz qutusudur. Tormozun funksiyası güclü külək olduqda fırlanmanı dayandırmaqdır. Şəkil 3-də biz tormoz qutusunun quruluşunu görə bilərik.



Eyni zamanda istehsal olunan elektrik enerjisi kəbellərlə külək turbininin kökündə yerləşən transformatora ötürülür.

Külək turbininin iki əsas tipi vardır. Üfüqi oxlu və şaquli oxlu. Üfüqi oxlu külək turbini daha çox və geniş istifadə edilməkdədir. Külək turbini maksimum güc almaq üçün küləyə perpendikulyar istiqamətdə dayanmalıdır. Lakin külək istiqamətini hər anda dəyişə bilər. Başlığın üzərində yerləşən anomometr, təcil sensoru və flüger küləyin sürətini və istiqamətini ölçür. Küləyin istiqamətindəki dəyişikliklər elektron kontrollerə ötürülür. Elektron kontrollerdə elektron siqnalı öz növbəsində şəkil 4-də görüldüyü kimi fırlanma mexanizminə ötürür ki, nəticədə istiqaməti düzləndirir. Beləliklə, külək turbini həmişə küləyin istiqamətinə perpendikulyar yerləşəcəkdir.



Küləyin sürətindən asılı olaraq küləyin nisbi təcil bucağı da dəyişəcək. Qanadların əyilmə mexanizmi nəticəsində qanadların əyilməsi nisbi təcillə düzgün tənzimləməni təmin edir. Beləliklə, qanadlar küləyin axınına qarşı optimal bucaq altında yerləşdirilməlidir.

Külək turbininin faydalı iş əmsalı maraqlı bir yanaşmaya malikdir. Külək turbininin faydalı iş əmsalına daha dərindən nəzər yetirmək üçün fərz edək ki, biz külək turbininə qarşı və ya əks istiqamətdə sürətini hesablayırıq. Eyni istiqamətdə olan küləyin sürəti əks istiqamətdə olan küləyin sürətindən qat-qat azdır. Buna səbəb qanadların müəyyən miqdar kinetik enerji alması ilə bağlıdır. Həmin miqdar enerji külək turbininin mexaniki enerjisinə çevrilir:

$$P_{\text{mex}} = \frac{1}{2} mV^2 \text{ dax} - \frac{1}{2} mV^2 \text{ xar}$$

Maraqlısı odur ki, külək turbini yalnız o vaxt mümkün olan enerjinin 100%-ni alır ki, onun istiqamətində olan küləyin sürəti sıfır olsun. Lakin bu hal fiziki olaraq mümkün deyil. Eyni istiqamətli küləyin sürətinin sıfır olması onu göstərir ki, bütün axın tutulub. Bu fiziki reallıq külək üçün müəyyən çıxış sürətini tələb edir. Bu o deməkdir ki, külək turbininin alabiləcəyi maksimum nəzəri faydalı iş əmsalı mövcuddur. Bu limit BETS limiti adlanır.  $BETS = 59.3\%$ . Yəni dünyada heç bir külək turbini  $59.3\%$ -dən çox faydalı iş əmsalı ala bilməz. Ən müasir külək qurğularının faydalı iş əmsalı  $50\%$  ətrafındadır.

Külək enerjisinin alınması məqsədilə quraşdırılan turbinlərin hündürlüyü nə qədər yüksək olarsa bir o qədər möhkəm və güclü turbinlər sayılmış hesab olunur. Küləklərin güclü və nizamlı əsdiyi yerdə dönmə bilmələri üçün hündür olmalıdırlar. Bu da enerjinin daha rahat alınmasını təmin edir. Məhz buna görə külək turbinləri daha hündür düzəldilməlidir. Bu külək turbinlərində generatorun içindəki düzbucaqlı formasındakı obyekt maqnit sahəsində sürətlə fırlanaraq sonda elektrik yaradır. Hər turbin ~ 3000 evi aydınlada biləcək gücdədir [5].

Bərpa olunan enerji növünə aid olan Külək enerjisi Günəş enerjisinin yer səthindəki fəaliyyəti nəticəsində əmələ gəlir. Belə ki, Günəş enerjisinin yer səthindəki sıxlığının maksimal qiyməti  $1 \text{ kVt/m}^2$  olarsa həmin qiymətə uyğun külək enerjisinin yer səthində küləyin əsmə istiqamətinə perpendikulyar sahədəki sıxlığının qiyməti çox böyük intervalda dəyişir.

İlk dəfə külək turbini ABŞ-da düzəldilmişdir. Bu turbin Brush adı ilə adlandırılmışdır. 144 ədəd qanada malik olan bu turbinin rotorunun diametri 17 m-dir. 20 il elektrik istehsalı etmişdir. Turbinin generatoru 12 kVt elektrik istehsal etmək gücünə malik olmuşdur. Bu turbinin çatışmayan xüsusiyyəti, turbinin yavaş fırlanmasıdır.

Daha sonralar isə Paul La Cour 1891-1918-ci illər aralığı apardığı təcrübələrdə 100-dən çox 20-35 kVt aralığı gücə malik turbinlər hazırlamışdır. Hazırlanma prinsipi Danimarka yel dəyirmanlarına əsaslanmışdır.

Külək turbinləri istifadə yerlərinə görə 3 qrupa ayrılır: qapalı şəbəkə (OFF – Grid), ayrılmış şəbəkə (Isolated – Grid) və mərkəzi şəbəkə (Central – Grid).

Qapalı şəbəkə - kiçik turbinlərdir. (50Vt – 10 kVt). Əsasən şəhərdən kənar tarlalarda əkinə yararlı, elektrik olmayan yerlərdə istifadə olunur.

Ayrılmış şəbəkə - 10 – 200 kVt-a qədər olan turbinlərin olduğu şəbəkələrdir.

Mərkəzi şəbəkə - 200kVt – 2MVt-a qədər gücə malik olan turbinlərin olduğu şəbəkələrdir ki, bu da külək üçün xas olan ərazilərdə quraşdırılır.

Külək enerjisindən istifadənin həm müsbət, həm də mənfi xüsusiyyətləri vardır. Külək enerjisindən istifadənin əhəmiyyətli olduğunu göstərmək üçün aşağıdakılara nəzər salaq.

- Təmiz və emissiyasız bir enerji mənbəyi olduğundan istixana effekti yaradan qazların artmasına səbəb olmur. Nəticədə global istiləşməyə gətirib çıxarmır;

- Yanacaq sərfiyyatı yoxdur, işləmə məsrəfləri çox azdır;

- Əlverişli şəraitdə dayanmadan işləyərək enerji əldə edilə bilər;

- Külək turbinləri avtomatik qurğulardır. Belə ki, onların 20-30 il işləmə qabiliyyəti vardır. [2]

Bəs külək enerjisindən istifadənin mənfi xüsusiyyətləri hansılardır?!

- Enerji əldə etmək sırf küləklə əlaqəli olduğundan bu şəraitin olmaması ilə enerji də istehsal edilə bilməz;

- İşləmə məsrəfləri az olsa belə, külək stansiyalarının inşası üçün yüksək maliyyə vəsaiti tələb olunur;

- Çox böyük külək turbinləri ətrafında hərəkət edən quşların məhvinə gətirib çıxara bilər;

- Külək turbinlərinin işləməsi onun yaxınlığında yerləşən binalar üçün səs baxımından narahatçılıq yarada bilər;

- Külək turbinləri elektromaqnit dalğaların qarşısını kəsərək rəbitədə əlaqənin mümkünsüzlüyünü yarada bilər;

Bu günümüzdə 4500 kVt gücünə malik külək turbinlərindən istifadə edilməkdədir. Texnologiyanın inkişafı ilə isə bu tutum daha da artmaqdadır.

Dünya külək enerjisi potensialının  $50^\circ$  şimal və cənub enlikləri arasındakı sahədə  $9000 \text{ TWh/il}$  tutumlu enerjinin əldə edilərək istifadə oluna biləcəyi hesablanmışdır. Dünyanın kontinental sahələrinin təqribən  $27\%$ -nin illik ortalama  $5.1 \text{ m/s}$  və ondan daha çox yüksək külək sürətinin təsiri altında qaldığı müəyyən edilmişdir. Qitələrə nəzər salsaq külək enerjisindən istifadə gücü Avropada  $73\%$ , Avstraliyada  $1\%$ , Asiyada  $10\%$ , Amerikada  $15\%$  və Afrikada  $1\%$  hesablanmışdır. Külək enerjisindən elektrik enerji istehsalında ilk 10 sırada Almaniya, İspaniya, ABŞ, Hindistan, Danimarka, Çin, İtaliya, İngiltərə, Portuqaliya və Fransa dayanır.

Hal – hazırda dünyada vahid gücü  $100\text{-}250 \text{ kVt}$  və hətta  $700\text{-}800 \text{ kVt}$  gücü olan qurğuların Avropa ölkələrində, ABŞ, Kanada, bəzi Şərq ölkələrinin dəniz sahillərində quraşdırılması müşahidə edilir. Nəzərə çatdırmaq lazımdır ki, bu qurğuların  $1 \text{ kVt}$  gücünün dəyəri  $1000\text{-}1200 \text{ ABŞ}$  dolları təşkil edir və elektrik enerjisinin tarifi  $1 \text{ kVt}$  saati =  $0.18\text{-}0.20 \text{ ABŞ}$  dollarından yüksək olduqda əlverişli hesab edilir.

Külək enerjisindən istifadə sistemlərinin ətraf təbii mühitə heç bir mənfi təsir etmədən elektrik enerjisi istehsal etməsinə, daha səmərəli olmasına baxmayaraq, burada əsas maneə bu layihələrin yüksək maliyyə tutumlu, qoyulan vəsaitin dönümlüyünün uzunmüddətli olmasıdır (5-10 il). Bu gün bir müasir qurğunun qiyməti gücündən asılı olaraq  $1.2\text{-}3.0$  milyon avro dəyəridir. Lakin hasil olunan  $1 \text{ kVt}$  elektrik enerjisinin maya dəyəri mövcud qurğulara nisbətən dəfələrlə aşağıdır. Ona görə də bu proqram ancaq dövlət səviyyəsində həyata keçirilməlidir. [8]

### Nəticə

Ölkəmizdə külək enerjisinin illik potensial gücü  $800 \text{ MVt}$ , başqa sözlə,  $4 \text{ mlrd kVt/saat}$  tərtibindədir. Aparılan araşdırmalara uyğun olaraq bu sahədə ildə  $2000\text{-}2200$  saat küləkdən istifadə etmək mümkündür. Bu da öz növbəsində ildə  $1$  milyon ton şərti yanacağa,  $3.7$  milyon ton karbon qazına qənaət etmək deməkdir. Bundan əlavə, respublikamız bioqaz, termal sular və dəniz dalğası kimi digər qeyri-ənənəvi enerji ehtiyatlarına da malikdir.

İlkin hesablamalara görə külək qurğularında  $1 \text{ kVt}$  saat elektrik enerjisinin maya dəyəri  $0.15\text{-}0.2 \text{ ABŞ}$  dolları təşkil edir. Külək elektrik qurğularının iş müddəti  $15\text{-}18$  ilə qədərdir. Göstərilən qurğuların sahil zonalarında canlılar aləminə təsirini nəzərə almaq məqsədilə, onları xüsusi ərazilərdə yerləşdirmək lazımdır.

### ƏDƏBİYYAT

1. S.Q.Əmirov, M.V.Abdullayeva. Külək və günəş enerjisindən istifadə ilə təbii ehtiyatlara qənaət. Bakı.
2. R.Əliyev. Alternativ enerji və Ekologiya. Bakı.
3. M.F.Cəlilov. Alternativ və regenerativ enerji sistemləri. Bakı.
4. E.F.Yusifov, B.H.Təhməzov. Ətraf mühit, iqtisadiyyat və həyat. Bakı.

*Акима Амир кызы Ахмедова  
Азербайджанский Государственный Университет  
Нефти и Промышленности, доцент кафедры  
«Экономики и менеджмента промышленности»*

**Ветровая энергия как альтернативный источник энергии, ее использование и эффективность получения энергии**

*Резюме*

Почти все страны мира удовлетворяют свои потребности в энергии за счет традиционных источников энергии, таких как нефть, природный газ и уголь. Эти ресурсы истощены, загрязняют окружающую среду и стоят дорого. Напротив, альтернативные источники энергии экологически безопасны и неисчерпаемы.

*Ключевые слова: энергия, топливо, альтернатива.*

*Akima Amir Ahmadova  
Azerbaijan State University of Oil and Industry  
Associate Professor of “Industrial  
Economics and Management”*

**Wind energy as an alternative energy source, its use and efficiency of receiving energy**

*Summary*

Almost all countries in the world meet their energy needs through traditional sources of energy such as oil, natural gas and coal. These resources are exhausting, polluting the environment, and prices are high. In contrast, alternative energy sources are environmentally friendly and inexhaustible.

*Keywords: energy, fuel, alternative.*