

UOT 629.12.066

GƏMİLƏRDƏ ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏLƏRİNDƏN İSTİFADƏ İMKANLARININ ARAŞDIRILMASI

Sultanov E.F., İsmayilov S.S.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18
E-mail: elshen_sultanov@mail.ru, sahib-ismayil@bk.ru

Xülasə. Beynəlxalq ticarətin təxminən 80%-dən çox hissəsini gəmilər həyata keçirir. Bu nisbət, dənizçilik sektorunun dünya ticarətində əhəmiyyətli bir paya sahib olduğunun ən vacib göstəricisidir. Ticarət həcmnin artması ilə yeni gəmilər sistemə daxil ediləcək, daha çox yanacaq sərf olunacaq və daha çox tullantı yayılacaqdır. Bu səbəbdən də Beynəlxalq Dəniz Təşkilatı (BDT) enerji səmərəliliyi üzrə fəaliyyətə diqqət yetirir və bu baxımdan gəmilərdən qaynaqlanan mənfi nəticələrin azaldılması, onların enerjiyə qənaət imkanlarının aşkara çıxarılması məqsədi ilə təşviq edir. Məqalədə gəmilərdə yanacaqdan istifadənin azaldılması və işlənmiş qaz emissiyalarının minimuma endirilməsi üçün günəş və külək kimi bərpa olunan enerji mənbələri ilə yanaşı qurudan da enerji təmini kimi alternativ enerji mənbələrinin istifadə imkanları araşdırılmışdır.

Abstract. About 80% of international trade is carried out by ships. This ratio is the most important indicator that the maritime sector occupies a significant share in world trade. As the volume of trade increases, new ships will be included in the system, more fuel will be consumed and more waste will be disposed of. For this reason, the International Maritime Organization (IMO) pays special attention to energy efficiency activities and, in this regard, encourages ships to reduce their negative impact and identify energy saving opportunities. The article also explores the use of alternative energy sources such as solar and wind, as well as onshore power supply to reduce fuel consumption and minimize exhaust emissions.

Аннотация. Около 80% международной торговли осуществляется судами. Это соотношение является важнейшим показателем того, что морской сектор занимает значительную долю в мировой торговле. С увеличением объёма торговли в систему будут включены новые суда, будет потребляться больше топлива и утилизироваться больше отходов. По этой причине Международная морская организация (ММО) уделяет особое внимание деятельности по повышению энергоэффективности и в этой связи призывает суда уменьшить их негативное воздействие и определить возможности энергосбережения. В статье также исследуется использование альтернативных источников энергии, таких как солнечная и ветровая, а также береговое энергоснабжение для снижения расхода топлива и минимизации выбросов выхлопных газов.

Açar sözlər: gəmi, elektrik enerjisi, günəş enerjisi, külək enerjisi, qurudan enerji təminatı

Key words: ship, electricity, solar energy, wind energy, onshore energy supply

Ключевые слова: судно, электричество, солнечная энергия, энергия ветра, береговое энергоснабжение

Giriş. XVIII əsrin sonlarından bəri gəmi və dəniz texnologiyasının inkişafına baxdıqda, gəmi güc sistemlərində böyük dəyişikliklərin yaşandığı müşahidə edilməkdədir. Külək enerjisindən istifadə edərək hazırlanmış yelkənli gəmi sistemləri daha sonra kömür yanacağının yandırılması nəticəsində əldə edilən buxar gücü ilə idarə olundu. Daha sonra isə ağır yanacaq (Heavy Fuel Oil (HFO)) və dizel yanacağı (Marine Dizel Oil (MDO)) kimi neft məhsullarından istifadə etməklə gəmilərin mövcud fəaliyyətlərini həyata keçirməsi təmin edilmişdir [8].

Statistika məlumatları göstərir ki, gəmilərin neft qaynaqlı yanacaqların istifadəsinə görə, gəmilərin qlobal Karbon Dioksid (CO_2) emissiyasının 3%-nə, Azot Oksid (NO_x) emissiyasının 15%-nə və Kükürd Dioksid (SO_2) emissiyasının 6%-nə səbəb olduğu aşkar edilmişdir [13]. Buna görə, Beynəlxalq Dəniz Təşkilatı (IMO) gəmilərin ətraf mühitə təsirlərini minimuma endirən bir sıra tədbirlər görmüşdür. Enerji Səmərəliliyi Dizayn İndeksi (ESDI) ilə yeni gəmilərdə CO_2 emissiyalarının nəzarət altına alınması hədəflənmişdir. Gəmi Enerji Səmərəliliyi İdarəetmə Planı (SESIP), bütün gəmilərdə əməliyyat səmərəliliyini təmin etmək məqsədi daşıyır. Dənizlərin gəmilərdən çirklənməsinin qarşısını alma Beynəlxalq Konvensiyanın (MARPOL) Əlavə-VI Maddəsin 13 və 14-cü qaydaları ilə gəmilərdən buraxılan NO_x , SO_x və PM emissiyalarının məhdudlaşdırılması planlaşdırılmışdır [20]. MARPOL Əlavə-VI ya görə gəmi dizel mühərrikinin tutumuna və inşa ilinə bağlı olaraq NO_x emissiya yayma meyarları müəyyənlanmışdır. Bundan əlavə, gəmi yanacaqlarında icazə verilən maksimum kükürd tərkibi 2020-ci ilə qədər 3,5%-dən 0,5%-ə endirmək qərarı verilmişdir [19]. Həmçinin, MARPOL Əlavə-VI çərçivəsində, Baltik dənizi, Şimal Dənizi, Birləşmiş Dövlətlər Karib Dənizi və Şimali Amerikanı əhatə edən bölgələrin bəzi hissələri Emissiyaya (tullantıya) Nəzarət Sahəsi (Emission Control Area (ECA)) olaraq müəyyən edilmişdir. Bu ərazilərdə fəaliyyət göstərən gəmilərin 2015-ci il etibarını ilə kükürd dərəcəsi 0,1%-dən çox olmayan dəniz yanacağından istifadə etməli olduqları müəyyən edilmişdir [4].



***Şəkil 1.** "SolarSailor" gəmisində günəş və külək enerjisi icrası*



***Şəkil 2.** "Solar Golf" (Sol) və "Solar Albatross" (Sağ) gəmisinin günəş enerjisi*

Əsas hissə. Dənizçilik sahəsinin nümayəndələri və tədqiqatçılar, beynəlxalq konvensiyalardan irəli gələn öhdəlikləri yerinə yetirmək, artan ətraf mühit həssaslığına qarşı daha təmiz enerji mənbələrinə yönəlmək və yüksələn enerji xərcləri səbəbindən daha ucuz enerji mənbələrindən istifadə etmək üçün gəmilərdə alternativ enerji sistemlərinin istifadəsi məqsədi ilə çalışmalara başlamışdılar. Tədqiqatçılar, elektrik enerjisi istifadəsində səmərəliliyi artırmaq üçün günəş enerjisi, külək enerjisi və qurudan enerji təchizatı kimi alternativ enerji sistemlərinin gəmilərdə istifadəsinə diqqət yetirirlər. Ədəbiyyatdakı bəzi çalışmalara nəzər yetirdikdə, gəmilərdə alternativ enerji sistemlərinin tətbiqinə dair çalışmaları texniki, ətraf mühit və iqtisadi tərəfdən baxıldığı görülməkdədir. Xüsusilə ticarət fəaliyyətlərini həyata keçirən və alternativ enerji sistemlərinə sahib gəmilərlə əlaqəli nümunə tətbiqetmələr təqdim olunur. Bundan əlavə, yeni nəsil gəmi dizaynlarına dair layihələr haqqında məlumat verərək dənizçilik sahəsindəki inkişafı diqqət çəkmişdir.

Gəmilərdə alternativ enerji icrası. Yenilənə bilən enerji sistemlərinin icrası, günəş enerjisindən elektrik istehsalı PV panelləri ilə, külək enerjisindən elektrik istehsalı isə külək turbinləri ilə həyata keçirilir. Günümüzdə, enerji ehtiyacı az olan gəmilərdə yenilənə bilən enerji resurslarının istifadəsinə rast gəlinməklə yanaşı, artıq ticari fəaliyyət göstərən gəmilərdə də yenilənə bilən enerji mənbələrindən istifadə edildiyi görülməkdədir.

OCIUS adlı Avstraliya şirkəti tərəfindən ticarət məqsədləri üçün inşa edilən "SolarSailor" adlı bərə tipli gəmi bu çərçivədə icra edilmiş ilk çalışmalardan biridir.

Gəmi günəş, külək, batareya və LPG ilə işləyən bilən hibrid bir quruluşa malikdir. Gəminin enerji ehtiyacı əsasən günəş, külək və batareya sistemi tərəfindən qarşılır. Alternativ enerji mənbələri yetərli olmadığı zaman, gəmidə LPG yanacaq sistemi işə düşür. 21m uzunluğundakı gəmi, Sidney Limanı üçün 100 nəfərlik turist istirahət bərəsi olaraq 2000-ci ildə bir il kimi qısa müddətdə

inşa edilmişdir. Gəminin yanacağı 35% və emissiyaları 50% azaltmaq potensialı mövcuddur. Mövcud dizaynı sayəsində 2001-ci ildə "Avstraliyada ilin Dizayn Mükafatı" na layiq görülmüşdür. Kommersiya cəhətdən idarə olunan gəmi ilə 10 ildən çox müddətdə on minlərlə sərnişin daşınmışdır [15,17]. Gəmi qısa məsafəli sərnişin daşımalarının sıx olduğu bölgələrdə hibrid enerjili dəniz transportlarının səmərəli istifadə ediləbiləcəyini göstərən yaxşı bir nümunədir. Bu konsepsiyaya (anlayışa) malik gəmilərin dəniz nəqliyyatına daxil edilməsi ilə bərabər, gəmilərdən qaynaqlanan yanacaq istehlakı və tullantılarının əhəmiyyətli dərəcədə azalmaya nail olunacaq və sahil ərazilərindəki ətraf mühitin çirklənməsi azaldılacaqdır.

2008-ci ildə neft qiymətlərindəki artım səbəbiylə yenilənə bilən enerji sistemlərinə sahib gəmi anlayışlarına maraq daha da artmışdır. Bunun nəticəsində, Hong Kong Jokey Klubu kommersiya fəaliyyətlərində istifadə etmək məqsədi ilə OCIUS firmasına günəş enerji sisteminə malik 4 ədəd bərə sifariş etmişdir.

Hong Kong Jokey Klubu üçün inşa edilmiş Solar Golf, Solar Birdie, Solar Eagle və Solar Albatross adlı gəmilərin mövcud bərə ilə müqayisədə yanacaq istehlakında 50%-ə qədər qənaət edəcəyi və illik əməliyyat xərclərini təxminən 2,5 milyon Hong Kong dolları azaltacağı ifadə edildilmişdir [7,14].

"M/V Auriga Leader" adlı yük gəmisi isə günəş enerjisi tətbiqi ilə diqqəti özünə cəlb etməyə müvəffəq olmuşdur. 2008-ci ildə inşa edilən, təxminən 200m uzunluğa, 32m genişliyə və 60213 groston həcimə malik gəmi qismən günəş enerjisi ilə işləyən ilk yük gəmisi ünvanını almışdır. Gəmiyə quraşdırılmış 328 ədəd FV panel vasitəsi ilə təxminən 40 kW güc əldə edilmişdir. FV sisteminin ümumi dəyəri 1,68 milyon dollar olmuşdur. Günəş enerjisi sistemi ilə, gəmidəki enerji ehtiyacının təxminən 10% -i ödənilə bilmişdir.

Həmçinin, FV panel tətbiqi ilə generatorlara sərf olunan yanacağa 0,5 ilə 2% arasında qənaət edildiyi təxmin edilmişdir. Yanacaq istehlakından illik 13 ton və CO₂ emissiyasından 40 ton azalma əldə olunduğu bildirilmişdir. Hazırda 6400 avtomobil tutumu olan gəmi öz ticarət fəaliyyətini davam etdirir [3]. "M/V Auriga Leader" gəmisi, yük daşıyan dəniz nəqliyyat vasitələrinin də ənənəvi gəmi güc təchizatı sistemlərinə əlavə olaraq alternativ enerji mənbələrindən istifadə edə biləcəyini və kommersiya fəaliyyətinə davam edə biləcəyini göstərməsi baxımından vacib bir nümunədir.

"M/S Turanor PlanetSolar" adlı bərə isə yalnız FV panelinin tətbiqi ilə işləyən və dünyanı gəzən ilk dəniz gəmisi olaraq qeydə alınmışdır. Uzunluğu 30m və eni 16m olan qayığın 512 m² -lik bölümü 809 ədəd FV paneli ilə örtülmüşdür. FV panelləri ümumilikdə 93kVt gücə malikdir. İstehsal edilmiş artıq enerji bərə korpusuna yerləşdirilmiş litium-ion batareyalarında saxlanılır. Bu layihə, gəmilərdə bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə istiqamətində bu sahəni canlandıran mühüm addımlardan biri olmuşdur. 2010-cu ildə Almaniya'dakı Knierim tersanəsində tikintisi başa çatdırılmış gəminin dəyəri təxminən 12,5 Milyon Avrodur. Qayığın maksimum sürəti 14 knot çatır və 50 sərnişin daşıya bilir [5,16]. Bu konsepsiya, dəniz nəqliyyatının gələcəkdə sıfır yanacaq və sıfır emissiya ilə idarə oluna biləcəyini göstərən vacib bir araşdırmadır. Gəminin ilkin investisiya xərclərinin azaldılması, onun istifadə sahəsinin genişləndirilməsi və daşıma qabiliyyətinin artırılması üzrə aparılacaq akademik və sahə çalışmaları sayəsində gəmi və dəniz texnologiyasında əhəmiyyətli nailiyyətlər əldə ediləcəkdir.



Şəkil 3. "M / V Auriga Leader"
gəminin günəş enerjisi icrası



Şəkil 4. "M/S Turanor PlanetSolar"
gəmisində günəş enerjisinin tətbiqi

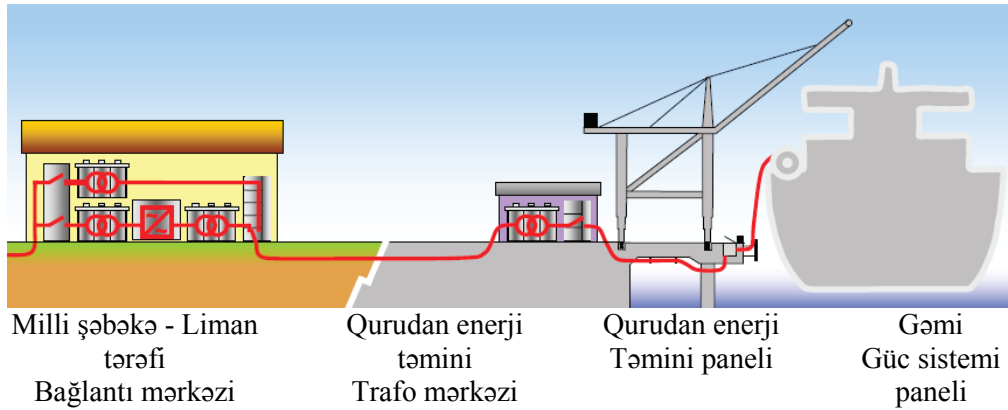
"Revelation II" adlı katamaran tipli bərə qeyri-adi dizayna malikdir. Böyük Britaniyada istehsal edilən 10,97 m uzunluğundakı qayığın qiyməti 300.000 funt sterlinqdir. Qayıqda qeyri-adi yəni, üfüqi oxlu külək turbinləri quraşdırılıb. Külək turbinini 110 kVt-a qədər güc yarada bilir və bu gücü hərəkət sisteminə ötürə bilir. Eksperimental və müasir bir yanaşma ilə yola çıxan tədqiqatçılar, dizaynın insanlar tərəfindən çox fərqli dəyərləndirilməsinə baxmayaraq müsbət rəy aldıklarını söylədilər [1,2].

Gəmilərdə külək turbinlərinin istifadəsi nəzərə alındığında, şaquli oxlu külək turbin növlərinə daha çox üstünlük verildiyi görülməkdədir. Ancaq bu qayıqda istifadə olunan üfüqi oxlu külək turbinini ilə dəniz nəqliyyat vasitələrində fərqli tip külək turbin sistemlərinin də istifadə ediləbiləcəyi göstərilmişdir.

Qurudan enerji təchizatı sisteminin icrası. Gəmilərdə günəş və külək enerjisi kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsi ilə yanaşı alternativ enerji sistemlərindən biri olan qurudan enerji tədarükünün icrası da dənizçilik sektorunda maraq doğuran mövzulardan biridir. Qurudan enerji təchizatı sistemi gəmilərin limanda olarkən ehtiyaclarını öz generatorları əvəzinə milli şəbəkədən təmin etməsi kimi ifadə edilir. Şəkil 6-da qurudan enerji təchizatının icrası sisteminin ümumi konsepsiyası verilmişdir.



Şəkil 5. "Revelation II" gəmisində külək enerjisinin tətbiqi



Şəkil 6. Qurudan enerji təchizatı sisteminin görüntüsü

Milli şəbəkədən alınan elektrik enerjisi liman tərəfində yerləşən sahildən enerji təmini panelinə köçürülür. Burada elektrik enerjisi bağlantı qurulacaq gəmi üçün müvafiq gərginlik və tezlik dəyərləri müəyyənləşdirilir və gəminin əsas elektrik panelinə qoşulması həyata keçirilir. Bu mərhələdən sonra, gəmidəki generator sistemi söndürülür, lazımi elektrik enerjisi milli şəbəkədən qarşılır.

Dünyanın bəzi limanlarında, xüsusilə ticarət fəaliyyətlərini davam etdirən gəmilər üçün lazımlı infrastruktur işləri tamamlanmış və sahildən enerji təchizatı sistemi tətbiq olunmağa başlamışdır. Hal-hazırda Almaniya, ABŞ, Belçika, Finlandiya, Hollandiya, İsveç, Kanada və Norveçdə yerləşən 22 limanda bu sistemin icrası aparılır. Bu limanlarda Ro-Ro, ROPAX, cruise və konteyner tipli ticarət gəmilərinin elektrik enerjisinə olan tələbatı ödənilir [9].



Şəkil 7. "Göteborq Limanı" qurudan enerji təchizatının tətbiqi

Mövcud tətbiqetmələrə baxdıqda, İsveçin Göteborg Limanı 1989 ilindən bəri Ro-Ro və ROPAX tipli gəmilər üçün qurudan enerji təchizatı sistemini istifadə edən ilk liman olma xüsusiyyətinə malikdir. Liman 2010-cu ilə qədər infrastruktur işlərini genişləndərək fərqli növ gəmilər üçün də qurudan enerji təchizatı təmin etməyə hazır hala gəlmişdir [12,18].

ABŞ-ın Los Angeles Limanı isə 2004-cü ildə fəaliyyətə başlamış və konteyner gəmiləri üçün qurulmuş dünyanın ilk qurudan enerji təchizatı sistemində malik limanı kimi tarixə düşmüşdür. Daha sonra cruise tipli sərnəşin gəmilərinin də qurudan enerji təchizatı sistemində qoşulması üçün lazımi infrastruktur yaradılmışdır. Eyni zamanda iki cruise gəmisinin sistemə qoşula bildiyi ilk liman olma xüsusiyyətinə malikdir. Liman 40 MVt gücünə qədər gəmilərin elektrik enerjisinə olan tələbatını ödəyə bilir [6, 10].



Şəkil 8. "Los Angeles Limanı" qurudan enerji təchizatının tətbiqi

Kanadanın ən böyük limanlarından olan Vancouver limanı isə 2009-cu ildə infrastruktur çalışmaları tamamlandıqdan sonra, cruise tipli sərnəşin gəmiləri üçün qurulmuş ölkədə birinci, dünyada isə üçüncü qurudan enerji təchizatı sisteminin xüsusiyyətinə malikdir. Qurudan enerji təchizatı sistemini istifadə edən hər sərnəşin gəmisindən orta hesabla 16 ton yanacaq və 50,6 ton CO₂ emissiyası qənaət olunur. Liman bundan başqa konteyner gəmiləri üçün də qurudan elektrik enerjisi təmin edilməkdədir. Qurudan enerji təchizatı tətbiqindən istifadə edən hər konteyner gəmisindən 30,7 ton yanacaq və 94,6 ton CO₂ emissiyası qənaət olunur [11].



Şəkil 9. "Vancouver Limanı" qurudan enerji təchizatı icrası

Qurudan enerji təchizatı sisteminin gəmidəki işlənmiş qazların emissiyalarının, səs-küyün və titrəmənin azaldılması üçün yüksək potensiala malik olması ilə yanaşı, bu tətbiqdən əldə ediləcək, ətraf mühit qənaət göstəriciləri dəyişə bilər və bəzən daha çox emissiya buraxılışına səbəb olur. Bunun ən mühüm səbəbi milli şəbəkə üçün istehsal olunan elektrik enerjisi üçün istifadə olunan xammaldır. Buna görə də, gəmi generatorlarında və milli şəbəkədə vahid elektrik enerjisi üçün buraxılan emissiyaların dəyərinin təhlilini aparmaq vacibdir. Limanların öz elektrik enerjisini bərpa olunan enerji mənbələrindən əldə etməsi halında bu cür ekoloji problemlər həll edilmiş olacaq və qurudan enerji təchizatı sistemi tam mənasıyla ətraf mühitə uyğun bir həll yolu təqdim edəcəkdir.

Bu cür təcrübələr diqqətə alındığında, dənizçilik sektorunun gəmilərdə alternativ enerji mənbələrinin istifadəsinə dair istəyin olduğu görülməkdədir. Xüsusilə, ticarət fəaliyyətlərini davam etdirən gəmilərin alternativ enerji mənbələrindən istifadə etməsi, gəmilərdən qaynaqlanan ətraf mühitə mənfi təsirləri azaldacaq və dəniz sektorunun dayanıqlılığına əhəmiyyətli dərəcədə töhfə verəcəkdir.

Nəticə. Məqalədə kiçik güclü gəmilərdə geniş istifadə olunan alternativ enerji sistemlərinin ticarət gəmilərində də tətbiq oluna biləcəyi nümunələrlə izah edilmişdir. Beynəlxalq konvensiyaların tələblərinə uyğun olaraq gəmilərin üzərinə qoyulan ekoloji məhdudiyyətlər səbəbindən bu cür təcrübə və layihələrin gələcəkdə artacağı gözlənilir. Gəmilərin ətraf mühitə vurduğu ziyanı minimuma endirmək və maddi olaraq maksimum fayda götürmək üçün alternativ enerji sistemlərinə sahib yaşıl gəmi və yaşıl liman tətbiqetmələri gələcəkdə daha çox yayılacaqdır. Texnologiyadakı sürətli inkişaflarla birlikdə enerjiyə qənaət edən məhsulların xərcləri də azalacaq və ekoloji cəhətdən təmiz gəmi və liman anlayışları daha sərfəli bir şəkildə həyata keçiriləcəkdir.

Günümüzdə elektrik enerjisinin bir hissəsinin təmin edilə bildiyi hibrid enerji gəmi sistemləri üzərində işlər aparılsa da, sözügedən layihələrdən də aydın olduğu kimi, sıfır emissiya ilə tamamilə bərpa olunan enerji mənbələri ilə çalışacaq ticarət gəmi anlayışları gələcəkdə nəqliyyat sektorunda yerini alacaqdır. Dənizçilik sektorunda davamlı fəaliyyətlərin yalnız gəmilər ilə məhdudlaşmadığı, liman tərəfində də yaşıl liman konsepsiyasının inkişaf etdirməyə cəhd edildiyi görünür. Qurudan enerji təchizatının icrası da yaşıl liman konsepsiyasının ən vacib hissəsidir. Mövcud vəziyyətdə, gəmilər qurudan enerji təchizatı sistemi ilə milli şəbəkədən enerji ehtiyaclarını təmin edə bilirlər. Bu konsepsiyayı bir addım daha irəli apararaq, limanların milli şəbəkədən asılı olmayaraq bərpa olunan enerji mənbələri ilə öz elektrik enerjisini təmin etməsi halında yaşıl gəmi və yaşıl liman konsepsiyaları bir-birini tamamlayacaq və dəniz sektorundakı ekoloji və iqtisadi çatışmazlıqlar minimuma endiriləcəkdir. Buna görə də, Azərbaycan dənizçilik sektorunun mövcud gəmi modelləri, eləcə də yeni nəsil gəmi və liman konsepsiyaları üzərində işləməsi olduqca vacibdir. Belə təşəbbüslər və layihələr Azərbaycan dənizçilik sektorunu başqa ölkələrlə müqayisədə daha irəliyə aparacaqdır.

Tamamilə alternativ enerji mənbələri ilə idarə olunan gəmi anlayışları və öz elektrik enerjisini istehsal edən liman anlayışları aktual və maraq oyadan bir mövzu olmaqdadır. Gələcək çalışmalarda, bu cür sistemlərin icrası texniki, ekoloji və iqtisadi cəhətdən ayrıca qiymətləndiriləcəkdir.

Ədəbiyyat

1. BBC, Design Puts Boat in a Spin, http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/1507825.stm [Online] [Giriş 07.01.2021]
2. Bluebird, Wind Power - Renewable Energy Research, http://www.bluebird-electric.net/wind_powered_ships_marine_renewable_energy_research.htm [Online] [Giriş 02.03.2021]
3. Businessgreen, First Solar Powered Container Ship Sets Sail, <https://www.businessgreen.com/bg/news/1802121/first-solar-powered-container-ship-sets-sail> [Online] [Giriş 09.02.2021]
4. Chen, L., Yip, T.L. and Mou, J., (2018). Provision of emission control area and the impact on shipping route choice and ship emissions. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 58, 280- 291.
5. Dailymail, The World's Largest SOLAR Boat. <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2405853/The-worlds-largest-SOLAR-boat-powered-809-panels-Eco-friendly-vessel-breaks-world-record-crossing-Atlantic-just-22-days--completely-silent.html> [Online][Giriş02.02.2021]
6. Greenport, Alternative Maritime Power for Cruise Lines in Los Angeles, <http://www.greenport.com/news101/americas/alternative-maritime-power-for-three-different-cruise-lines-in-the-port-of-los-angeles> [Online] [Giriş 08.02.2021]
7. HKJC, Solar Ferry and Solar Golf Carts Go into Operation at Kau Sai Chau Public Golf Course Demonstration Components of HKJC's Environment Project, http://www.hkjc.com/english/corporate/racing_news_item.asp?in_file=/english/news/news_20100_62525631.htm [Online] [Giriş 13.03.2021]
8. Mofor, L., Nuttall, P. and Newell, A. (2015). Renewable energy options for shipping: technology brief. IRENA.
9. OPS, <http://www.ops.wpci.nl/ops-installed/ports-using-ops/> [Online] [Giriş 18.03.2021]
10. Port of Los Angeles, First in the World Electric Plug-in of Container Ship at the Port of Los Angeles, <https://www.portoflosangeles.org/environment/progress/news/first-world-container-ship-electric-plug-port-la/> [Online] [Giriş 23.03.2021]
11. Portvancouver, Shore Power, <https://www.portvancouver.com/environment/air-energy-climate-action/marine/shore-power/> [Online] [Giriş 11.02.2021]
12. Pospiech, P., Shore Power Supply for Stena-Ferries in Gothenburg and Rotterdam, Maritime Propulsion, <http://articles.maritimepropulsion.com/article/Shore-Power-Supply-for-Stena-Ferries-in-Gothenburg-and-Rotterdam51595.aspx> [Online] [Giriş 14.04.2021]

13. Samosir, D.H., Markert, M. and Busse, W. (2017). The technical and business analysis of using shore power connection in the port of Hamburg. Jurnal Teknik ITS, 5 (2).
14. Shipspotting, Solar Albatross Ship Information, <http://www.shipspotting.com/gallery/photo.-php?lid=2481701> [Online] [Giriş 26.03.2021]
15. Sustainablefreight, OCIUS - SolarSailor Technology, <http://www.sustainablefreight.com.au/-case-studies/ocius--solarsailor-technology> [Online] [Giriş 28.03.2021]
16. The Verge, An Inside Look at the World's Largest Solar-Powered Boat, <https://www.theverge.com/2013/6/22/4454980/ms-turanor-planetsolar-solar-powered-boat-photo-essay> [Online] [Giriş 22.03.2021]
17. Windvinder, Solar Sailor – Ocius. <http://www.windvinder.com/index.php?id=94&L=1> [Online] [Giriş 05.04.2021]
18. WPCI, World Ports Climate Initiative. Port of Gothenburg, <http://wpci.iaphworldports.org/on-shore-power-supply/ops-installed/gothenburg.html> [Online] [Giriş 21.03.2021]
19. Yiğit, K., Acarkan, B. (2018). "The Importance of Ships in the Next-Generation Electric Power Systems" Book Chapter in Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions, 167-178. London: Academic Press.
20. MARPOL 73/78 Санкт–Петербург, ЗАО «ЦНИИМФ» - 2008

Məqalə qəbul olunub: 08.04.2021
Təvsiyə ediblər: t.e.d., prof. A.M. Qafarov