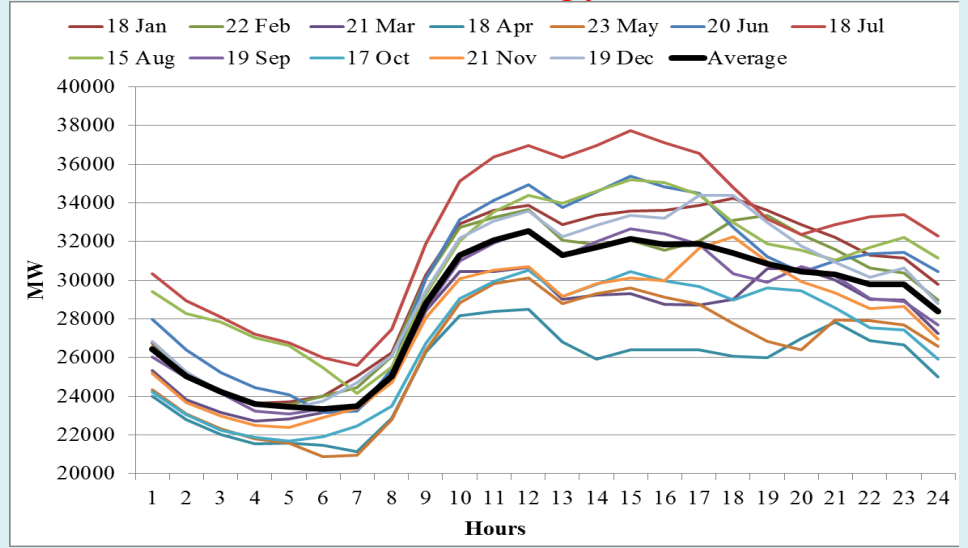


2014

ISSN:2148-2683

Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi

European Journal of Science and Technology



Editörler

Prof.Dr. Osman Sağdıç (YTÜ)

Doç. Dr. Hüseyin Toros (İTÜ)

Doç. Dr. Ahmet Doğan (YTÜ)

www.ejosat.com

Yıl: 2

Cilt: 1, Sayı: 2

Haziran 2014





Hayıt (*Vitex agnus-castus* L.)' da Farklı Toplama Zamanlarının Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkisi

Hüseyin Fakir^{1*}, Serhat Erbaş¹, Murat Özen¹, İ. Emrah Dönmez²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

(Dergiye gönderilme tarihi: 4 Şubat 2014, kabul tarihi 12 Haziran 2014)

Özet

Bu çalışmada, ülkemiz için önemli türlerden olan ve *Verbenaceae* familyasına ait *Vitex agnus-castus*'un çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemlerindeki uçucu yağ oranları ve bileşenleri belirlenmiştir. Sütçüler-Çandır (Isparta) yöresinden 2011 yılında toplanan türler, Clevenger aparatı ile hidrodistilasyon cihazında 3 saat süreyle distilasyona tabi tutularak % olarak uçucu yağ verimleri saptanmıştır. Elde edilen uçucu yağların bileşenleri ise GC-MS cihazında belirlenmiştir. Hayıtın uçucu yağ oranları çiçeklenme döneminde % 0,263 ve meyve olgunlaşma döneminde % 0,285 olarak bulunmuştur. GC-MS analiz sonuçlarına göre en etkili bileşenler çiçeklenme döneminde α -pinen (% 26,99), 1,8-sineol (% 14,20) ve trans- karyofillen (% 9,13); meyve olgunlaşma döneminde 1,8-sineol (% 28,34), α -pinen (% 26,96) ve sabinen (% 16,36) olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar ülkemizde ve dünyada aynı türlerde yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Vitex agnus-castus*, tıbbi bitki, uçucu yağ, α -pinen, 1,8-sineol

The Effects of Different Harvest Dates on Essential Oil Content and Composition in Chaste Tree (*Vitex agnus-castus* L.)

Abstract

In the study, essential oil yield and content of *Vitex agnus-castus* L., belonging *Verbenaceae* family and an important species for Turkey, was determined. Species collected from Sütçüler-Çandır (Isparta) in 2011 was hydro distilled by Clevenger apparatus for 3 h and essential oil yield was identified as %. Essential oil components were determined by GC-MS. Essential oil yield of "Hayıt" was identified 0,263 % in flowering time and 0,285 in fruit maturing time. According to GC-MS results, dominant components were α -pinen (26,99 %), 1,8-cineol (14,20 %) and trans-caryophyllene (9,13 %) in flowering time and 1,8-cineol (28,34 %), α -pinen (26,96 %) and sabinene (16,36 %) were in fruit maturing time. Results were given by comparing of studies in the literature done on the same species.

Keywords: *Vitex agnus-castus*, medical plant, essential oil, α -pinen, 1,8-cineol

* İletişim yazarı/Corresponding author: huseyinfakir@sdu.edu.tr

1. Giriş

Tıbbi bitkilerde uzun yıllar geleneksel şekilde devam eden kullanım şekilleri, 20. yüzyılın başından itibaren değişime uğramış, gıdalara baharat olarak katılan ve tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin çeşitli özellikleri laboratuvarlarda araştırılmaya başlanmıştır (Vonderbank, 1949; Diğrak ve ark., 1998).

Bugün doğada yetişen 300'e yakın bitki familyasından yaklaşık 1/3'ü uçucu yağ içermektedir. Uçucu yağ taşıyan bitkiler daha çok sıcak iklim bölgelerinde yetişmektedirler. Tropik ve subtropik bölgelerle ılıman iklim kuşağının sıcak yörelerinde bu kokulu bitkiler bulunmaktadır. Ülkemizi de içine alan Akdeniz Bölgesi ise uçucu yağ taşıyan bitkiler bakımından en zengin bölgelerden birini oluşturmaktadır (Ceylan, 1996).

Bu bitkilerden biri olan *V. agnus-castus* ana vatanı Akdeniz ülkeleri olmasına rağmen Batı Asya'da ve Doğu Afrika'da da yetişmektedir (Brickell ve Zuk, 1996; Blamey ve Grey-Wilson, 1998). Ülkemizde özellikle Bursa, Trabzon, Giresun, İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Antalya, Adana, Mersin, İskenderun başta olmak üzere Doğu Karadeniz, Marmara, Ege, Akdeniz, kısmen de Güney Doğu Anadolu bölgesinde yayılış göstermektedir (Kayacık, 1966; Anonim, 1991).

V. agnus-castus, yaprak dökün, 3-6 m boyunda yuvarlak taçlı, dik ve alçaktan dallanan çalı veya ağaççık formu, ince orta dokulu bir türdür (Brickell ve Zuk, 1996; Cheifetz ve ark., 1999). Çiçek salkımı narin, sık, hoş kokulu, leylak-pembe veya nadiren beyaz renkli başak veya bileşik başaktır (Kayacık, 1966; Polunin 1991; Cheifetz ve ark., 1999). Bitkinin aromatik yaprakları elsi (ışnsal) biçimde 5-7 parçalı bileşik yapraklardır ve yaprakçıklar tam kenarlı, uzunca oval şekilli, sivri uçlu, üst kısmı koyu yeşil renkli, alt yüzleri ise bezaymtırak tüylüdür (Blamey ve Grey-Wilson, 1998; Burnie, 2000). Meyveleri yaklaşık 3-4 mm çapında sert özel kokulu, hafif acımsı lezzette ve grimsi esmer renktedir (Anonim, 1991).

Vitex agnus-castus L. halk tarafından "Hayıt", "Ayıd", "Ayıt" ve "Beşparmak Otu" olarak adlandırılmakta ve değişik kullanım biçimleri bulunmaktadır. Meyvelerinin infüzyon halinde (%2-5) idrar arttırıcı, gaz söktürücü ve yatıştırıcı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Baytop, 1984). Urfa (Siverek) bölgesinde meyvesinden hazırlanan infüzyonun erken doğumları önleyici etkisi bulunduğu iddia edilmektedir (Tümen ve Sekendiz, 1989). Batı Anadolu bölgesinde (Muğla ve Aydın) çiçek distilasyonundan elde edilen uçucu yağ, kekik yağı yerine kullanılmaktadır. Meyve veya yaprak tozunun, yünlü kumaşları güvelere karşı koruduğu, (Baytop, 1984; Tümen ve Sekendiz, 1989) ve ayrıca hayıt (*V. agnus-castus*) içerdiği luteolin maddesinden ötürü doğal boyamacılıkta kullanılmakta olup çeşitli mordanlanma yöntemleri ile turuncu-sarı, zeytin yeşili, haki ve açık sarı gibi renkler elde edildiği bilinmektedir (Karadağ, 2007).

Aydın ve Muğla yöresinde halkın söyledikleri üzere *V. agnus-castus* 'un 3 tip kullanım biçimi tespit edilmiştir. El ve ayaklardaki mantar hastalığına karşı halk, lezyonlu bölgeyi bitkinin su ile kaynatılan buharına tutmakta veya bitki su ile kaynatılarak el veya ayak bu su içine daldırılmaktadır. Kadın hastalıklarına karşı ise bitkinin çiçekleri su ile kaynatılıp, buharına hasta kadın oturtulmaktadır. Ayrıca idrar söktürücü olarak kullanımı oldukça fazla olup, meyveleri kaynamış su içinde bekletilmekte ve hazırlanan infüzyondan bir çay bardağı içilmektedir (Dülger vd., 2002).

Uçucu yağ bitkilerinde, bitkideki uçucu yağ oranları; bitkinin organlarına (Morfogenetik Varyabilite), bitkinin gelişme

dönemine (Ontogenetik Varyabilite), gün içindeki sıcaklık değişimlerine (Diurnal Varyabilite), iklim, çevre, topografik koşullara, bitkinin yaşı ve genetik yapısına göre değişim göstermektedir. Bu değişimlerin oranları bitkiden bitkiye de farklılık göstermektedir (Demir, 1974; Ceylan, 1995). Bu çalışmada hayıt bitkisinin farklı dönemlerine (çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemi) ait uçucu yağ bileşenleri ve oranları ve ayrıca uçucu yağ verimi ve içeriği bakımından en uygun dönemin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma materyali 2011 yılında Sütçüler-Çandır (Isparta) yöresinden 390 m. yükseltiden kayalık yamaçlar ve konglomera kayalık yamaçlardan Mayıs ayında çiçekli ve Eylül ayında meyveli olarak toplanmıştır. Bitki materyallerinin doğal yayılış alanlarındaki fotoğrafları çekilmiştir. Toplanan örneklerin teşhisi için, her bir bitki örneğinden en az üç adet toplanmıştır. Toplanan bitki örnekleri herbaryum tekniği yöntemlerine göre kurutulup preslenmiş ve örneklere ait bilgiler kaydedilmiştir. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda bitkinin teşhisleri yapılmış ve muhafaza altına alınmıştır.

Uçucu yağ analizlerinde kullanılmak üzere her bitkiden en az 1 kg toplanmıştır. Toplanan bitkiler torbalara konulmuş ve torbalar kodlanarak etiketlenmiş, etiket üzerine toplama zamanı, yeri, rakımı gibi bilgiler kayıt edilmiştir. Daha sonra uçucu yağ analizlerinde kullanılmak üzere bu bitkiler yarı gölgeli, havadar bir yerde oda sıcaklığında kurutulmuştur.

2.2. Hidrodestilasyon

Toplanan bitki materyalleri oda sıcaklığında kurutulduktan (25°C) sonra tartılmış, daha sonra Clevenger aparatı bağlanmış hidrodestilasyon cihazında yaklaşık üç saat süreyle damıtılarak uçucu yağ verimleri hacim/ağırlık (v/w) olarak belirlenmiş ve elde edilen uçucu bileşenleri belirlenmek üzere +4°C'de analiz edilinceye kadar muhafaza edilmiştir.

2.3. Kromatografik Analizler

Hayıt bitkisinden elde edilen uçucu bileşiklerin kalitatif ve kantitatif analizi Süleyman Demirel Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı'nda bulunan Perkin Elmer Autosystem XL Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) cihazı ile belirlenmiştir. Yaklaşık 7,5 mg alınıp 1,5 ml diklorometanda seyreltilen uçucu yağın analizi için Cp Wax 52 CB (50m X 0,32 mm) ve 1,2 µm film kalınlığında kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmıştır. Sıcaklık programı 60 °C'den 220 °C'ye 2 °C/dak. artışla ve 220 °C'de 20 dakika bekletilerek uygulanmıştır. Enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C, dedektör sıcaklığı ise 250 °C'dir. 1µl enjekte edilen uçucu bileşikler testi etmek amacıyla Wiley, NIST ve Tutor kütle spektrometri kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

3. Sonuç ve Tartışma

2011 yılında Sütçüler-Çandır yöresinden toplanan *V. agnus-castus* türünün çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemlerindeki uçucu yağ oranları ve uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir (Çizelge 2). *V. agnus-castus*'un uçucu yağ oranı çiçeklenme döneminde % 0,263 ve meyve olgunlaşma döneminde % 0,285 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2. *V. agnus-castus*'un çiçeklenme ve meyve olgunlaşma dönemlerindeki uçucu yağ bileşenleri

Çiçeklenme Dönemi			Meyve Olgunlaşma Dönemi		
Bileşenler	RT	Oran (%)	Bileşenler	RT	Oran (%)
α -pinen	6,5	26,99	α -pinen	6,3	26,96
β -pinen	9,2	0,82	β -pinen	8,9	1,31
Sabinen	9,7	8,29	Sabinen	9,4	16,36
Mirsen	11,2	2,82	β -mirsen	10,9	3,17
α -fellandren	11,5	0,71	α -fellandren	11,2	0,75
α -terpinen	12,2	0,26	α -terpinen	11,9	0,29
Limonen	13,2	6,53	Limonen	12,9	9,08
1,8-Sineol	13,7	14,20	1,8-Sineol	13,3	28,34
γ -terpinen	15,4	0,63	γ -terpinen	15,0	0,31
β -osimen	15,5	0,34	O-simol	16,3	0,36
Osimen	16,8	0,67	Trans-karyofillen	35,8	2,96
α -gurjunen	32,0	0,66	Terpinen-4-ol	36,5	1,44
Linalool	33,1	0,89	Aromadendren	38,8	0,23
Linalil asetat	33,5	0,17	β -farnesen	39,4	1,55
Trans α -bergamoten	35,3	0,53	α -terpinil asetat	41,8	1,10
Trans- karyofillen	36,4	9,13	α -terpineol	42,2	2,04
1-Terpinen-4-ol	37,1	3,23	Germaseren-B	44,1	1,39
α -selinen	39,3	1,36	Karyofillen oksit	58,4	0,24
1,6,10-Dodekatrien	40,0	6,37	Ledol	62,9	0,23
α -terpineol	41,5	6,01	Spathulenol	65,2	0,63
Germaseren-B	44,7	8,20	Kadinol	67,2	1,23
β -sitrenellol	46,2	0,32			
Ledol	61,5	0,34			

İki farklı zamanda toplanan *V. agnus-castus* türünün uçucu yağının GC/MS ile analizi sonucunda çiçeklenme döneminde 23 bileşen %99,47; meyve olgunlaşma döneminde 21 bileşen %99,97 oranında tanımlanmıştır. Uçucu yağ analizi sonucunda en etken bileşenler çiçeklenme döneminde α -pinen (% 26,99), 1,8-sineol (% 14,20) ve trans- karyofillen (% 9,13); meyve olgunlaşma döneminde ise 1,8-sineol (% 28,34), α -pinen (% 26,96) ve sabinen (% 16,36) olarak tespit edilmiştir. Çiçeklenme döneminde bileşenlerden 10 tanesi monoterpen (% 48,06), 6 tanesi seskiterpen (% 26,25), 5 tanesi monoterpenik alkol (% 24,65), 1 tanesi seskiterpenik alkol (%0,34) ve 1 tanesi monoterpen ester (% 0,17) olarak gruplandırılmıştır. Meyve olgunlaşma döneminde ise bileşenlerden 8 tanesi monoterpen (% 58,23), 4 tanesi monoterpenik alkol (% 32,18), 4 tanesi seskiterpen (% 6,13), 3 tanesi seskiterpenik alkol (% 2,09), 1 tanesi monoterpen ester (% 1,10)'dir. Ayrıca çiçeklenme döneminde tespit edilmeyen oksijenlenmiş seskiterpen grubu meyve olgunlaşma döneminde % 0,24 oranında tespit edilmiştir.

Senatore vd. (1996), *Vitex agnus castus*'un çiçek kurulu, yaprak ve meyvelerinin uçucu yağının miktarı ve bileşenlerini incelemiştir. Yaprak ve çiçek kurulunun uçucu yağında en fazla çıkan bileşenler 1,8 sineol (çiçek kurulu =% 14,1, yaprak =% 15,6) α -terpineol (çiçek kurulu =% 6,4, yaprak =% 8,5) ve sabinen (çiçek kurulu =% 6,3, yaprak =% 6,9) olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmada yaprak ve çiçek kurullarından (çiçeklenme dönemi) elde edilen uçucu yağda en fazla çıkan bileşenler α -pinen (% 26,99), 1,8-sineol (% 14,20) ve trans-karyofillen (% 9,13) olarak tespit edilmiştir. En yüksek çıkan bileşenler karşılaştırıldığında 1,8-sineol bileşeni benzer olmakla birlikte çalışmamızda diğer iki bileşen farklı olarak tespit edilmiştir. Senatore vd. (1996) meyve uçucu yağ bileşenlerinde 1,8-sineol (%20,6), sabinen (% 7,1) ve α -pinen (% 6,8)'i en yüksek üç bileşen olarak ortaya çıkarmıştır. Yapılan çalışmada ise meyve olgunlaşma döneminde 1,8-sineol (%28,34), α -pinen (% 26,96) ve sabinen (% 16,36) olarak bulunmuştur. Meyve olgunlaşma döneminde ilk üç bileşenin değişmediği tespit edilmiştir.

Hamid vd. (2010), Nijerya'da yaptığı çalışmada, *Vitex agnus-castus*'un yaprak uçucu yağında en fazla çıkan bileşenleri β -pinen (% 20,0), viridifloral (% 9,8), α -pinen (% 9,1), cis-osimen (% 8,4), 1,8 sineol (% 6,7) ve β -farnesen (% 5,4) olarak tespit etmiştir. Galletti vd. (1996), ise Güney İtalya'da *Vitex agnus castus*'un yaprak ve meyvelerinin uçucu yağını çıkartmış ve en yüksek bileşen olarak yapraklarda 1,8 sineol (% 35,2), sabinen (% 23,6), α -pinen (% 7,6); meyvelerde ise β -farnesen (% 17,2), α -terpinenil asetat (% 17,1) ve 1,8 sineol (% 15,1) olarak tanımlamıştır. Zoghbi vd. (1999), Amazon bölgesinde yetişen *Vitex agnus-castus* bitkisinin yaprak, meyve ve çiçeğinin uçucu bileşenlerini incelemiştir. En yüksek oranda çıkan bileşenler yapraklarda 1,8 sineol (% 33,5), sabinen (% 18,5) ve β -farnesen (% 5,2); çiçeklerde β -farnesen (% 15,3), 1,8 sineol (% 13,5) ve sabinen (% 5,7) ve meyvelerde β -farnesen (% 23,1), 1,8 sineol (% 18,2) ve sabinen (% 7,7) olarak tespit edildiği rapor edilmektedir. Novak vd. (2004), *Vitex agnus castus*'un yaprak, olgunlaşmış meyve ve olgunlaşmamış meyvelerinin uçucu yağı üzerine yaptığı çalışmada en baskın bileşenler olarak 1,8 sineol, sabinen, α -pinen, β -fellandren, α -terpinil asetat, trans β -farnesen ve bisiklogermakren'u saptanmıştır. Lucks vd. (2002) ise *Vitex agnus-castus* uçucu yağında en yüksek oranda çıkan bileşenleri yapraklarda 1,8 sineol (% 25,16), sabinen (% 20,71), α -pinen (% 16,60), meyvelerde ise sabinen (% 24,16), 1,8 sineol (% 19,61) ve α -pinen (% 6,61) olarak tanımlamıştır.

Literatür çalışmalarına göre *Vitex agnus-castus*'un uçucu yağ karakterini ortaya koyan ve en yüksek oranda çıkan bileşenler hem çiçek döneminde hem de meyve olgunlaşma döneminde 1,8-sineol ve α -pinen'dir. Literatürde bulunan bu bileşenler çalışmamızda da ana bileşenler olarak bulunmuştur. Genel olarak *V. agnus-castus*'un uçucu yağ bileşenleri üzerine yapılmış çalışmalarda (bileşenlerin oranları değişmekle birlikte) bileşenlerin benzer dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum hayatın (*V. agnus-castus*) farklı coğrafyalarda olsa bile uçucu yağında çok fazla bir değişim olmadığını bize göstermekte olup bitkinin toplandığı yer, toplama zamanı ve

toplanan organı değişse de ana bileşenlerinin ekstrem bir şekilde değişmediği; sadece oranlarında farklılık çıktığı gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 1991. Ülkemizde Bazı Önemli Orman Tali Ürünlerinin Teşhis ve Tanıtım Kılavuzu. Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Yayın No. 659, Seri No. 18, Ankara, 38s.
- Baytop, T., 1984. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmiste ve Bugün). İ. Ü. Ecz. Fak. Yayınları (İlaveli İkinci Baskı). İstanbul, No: 3255, Nobel Tıp Kitapevleri, s. 3-4,226
- Blamey, M. and Grey-Wilson, C., 1998. Mediterranean Wild Flowers. HarperCollins Publisher, London, UK, 560 p.
- Brickell, C. and Zuk, J.D., 1996. A-Z Encyclopedia of Garden Plants. DK Publishing Inc., New York, USA, 1095 p.
- Burnie, D., 2000. Wild Flowers of the Mediterranean. Dorling Kindersley Limited, London, UK, 320 p.
- Ceylan, A., 1995. Tıbbi Bitkiler I (III . Basım) Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi , Yayın No: 312, S. 116- 130, Bornova- İzmir.
- Ceylan, A., 1996. Tıbbi Bitkiler-II (Uçucu yağ bitkileri), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 481. ISBN 975-483- 362- 1
- Cheifetz, A., Double, C., Barnard, L. and Imwold, D., 1999. Trees and Shrubs. Laurel Glen Publishing, San Diego, USA, 1008 p.
- Demir, İ., 1974. Tıbbi Bitkilerin Islahına Bir Bakış. Uluslararası Tıbbi Bitkiler Kollogiumu. 18-21 Nisan 1974. Büyük Efes Oteli, İzmir, S. 29-31.
- Dığrak, M., Alma, M.H., İlçim, A., Şen, S. 1998. Antibacterial and Antifungal Effects of Various Commercial Plant Extracts. Pharmaceutical Biology, 36(5): 1-5.
- Dülger, B., Uğurlu, E., Gücin, F., 2002. *Vitex agnus-castus* L. (Hayıt)’un Antimikrobiyal Aktivitesi, Çev-Kor, Cilt:11, Sayı:45, s. 1-5.
- Galletti, G.C., and Bocchini, P., 1996. Essential Oil Composition of Leaves and Berries of *Vitex agnus-castus* L. from Calabria, Southern Italy, Rapid Communications In Mass Spectrometry, Volume 10, pp. 1345-1350.
- Hamid A.A., Usman L.A., Adebayo S.A., Zubair M.F., Elaigwu, S.E., 2010. Chemical Constituents of Leaf Essential Oil of North-central Nigerian Grown *Vitex agnus-castus*, Advances in Environmental Biology, Volume, 4(2) pp. 250-253.
- Karadağ, R., 2007. Doğal Boyamacılık, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, DÖSİM, Ankara s. 56.
- Kayacık, H., 1966. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematięi, III. Cilt Angiospermae (Kapalı Toumlular). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları O.F. Yayın No. 106, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 291 s.
- Lucks, B.C., Sorensen, J., Veal, L., 2002, *Vitex agnus-castus* essential oil and menopausal balance: a self-care survey, Complementary Therapies in Nursing & Midwifery, Volume 8, pp.148-154.
- Novak, J., Draxler, L., Göhler, I., Franz, C.M., 2005. Essential oil composition of *Vitex agnus-castus*- comparison of accessions and different plant organs, Flavour Fragrance Journal, Volume 20, pp. 186–192.
- Polunin, O. (Çeviri) Baktır, İ. 1991. Ağaçlar ve Çalılar. Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya, 127-128 s.
- Senatore, F., Della Porta, G., Reverchon, E., 1996. Constituents of *Vitex agnus-castus* L. Essential Oil, Flavour And Fragrance Journal, Volume 11, pp. 179-182.
- Tümen, G., Sekendiz, AD., 1989. Balıkesir ve Merkez Köylerinde Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkiler, Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No. 86/12.

Vonderbank, H. 1949. Ergebnisse der Chemotherapie der Tuberculose. Pharmazie, 4:198-207.

Zoghbi, M.G.B., Andrade, E.H.A., Maia J.G., 1999. The essential oil of *Vitex agnus-castus* L. growing in the Amazon region, Flavour Fragrance Journal, Volume 14, pp. 211-213.



Bazik Mavi-16 Boyarmaddesinin Kil Üzerine Adsorpsiyonu[&]

Ahmet Günay¹, Sedef Dikmen², Bahri Ersoy^{3*} ve Atilla Evcin⁴

¹Istanbul Büyükşehir Belediyesi, Atık Yönetimi Daire Başkanlığı, 34360, Şişli, İstanbul,

²Anadolu Üniversitesi, Fen Fak., Fizik Böl., 26470-Eskisehir.

³Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak, Maden Müh. Böl., 03200- Afyonkarahisar.

⁴Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak, Malzeme Müh. Böl., 03200- Afyonkarahisar.

(Dergiye gönderilme tarihi: 6 Şubat 2014, kabul tarihi 20 Haziran 2014)

Özet

Katyonik bir boya olan bazik mavi-16 (BB16)'nın kesikli bir sistemde montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonu çalışıldı ve adsorpsiyon dengesi, adsorpsiyon termodinamiği ve adsorpsiyon mekanizmaları incelendi. Bu kapsamda farklı sıcaklıklarda, farklı boya başlangıç konsantrasyonlarında ve farklı pH'larda adsorpsiyon testleri uygulandı. Ayrıca farklı sıcaklıklarda zeta potansiyel (ZP) ölçümleri yapıldı ve adsorpsiyondan önce ve sonra kilin FTIR spektrumları alındı. Deneysel olarak elde edilen adsorpsiyon verilerine, iki parametrelili (Freundlich, Langmuir, Tempkin, Dubinin-Radushkevich (D-R)) ve üç parametrelili (Redlich-Peterson(R-D), Sips, Toth and Khan) adsorpsiyon izoterm modelleri uygulanarak modellendi ve izoterm sabitleri hesaplandı. İki parametrelili izoterm modelleri içerisinde Freundlich ve üç parametrelili izoterm modelleri içerisinde ise Sips ve Khan modelleri deney verilerine en uygun modeller oldu. Giriş konsantrasyonu 1400 mg/l BB16 için montmorillonitik kilin maksimum adsorplama kapasitesi 15, 25 ve 35 °C sıcaklıklar için sırasıyla 509,7, 525,0 ve 570,7 mg/g'dır. Farklı sıcaklıklarda elde edilen adsorpsiyon izotermeleri kullanılarak adsorpsiyon gibbs serbest enerjisi (ΔG°), entalpisi (ΔH°) ve entropisi (ΔS°) hesaplandı. Elde edilen negatif ΔG değerleri, adsorpsiyonun kendiliğinden meydana geldiğini göstermektedir. BB16'nın montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonunu sağlayan olası mekanizmalar hidrojen bağı oluşumu, elektrostatik etkileşim ve boya-boya etkileşimi şeklinde sıralanabilir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon; Bazik Boya; Montmorillonit; Izoterm; Termodinamik; FTIR

Adsorption of Basic Blue-16 Dye onto Clay

Abstract

Cationic dye, basic blue 16 (BB16), adsorption onto montmorillonitic clay was studied in a batch system, and adsorption equilibrium, thermodynamics and mechanism were investigated. In this scope, adsorption tests were carried out at various temperatures, initial dye concentrations and pHs. Also, zeta potential measurements at different temperatures were performed and FTIR spectrums of clay samples were obtained before and after dye adsorption tests. Three-parameter (Redlich-Peterson, Sips, Toth and Khan) and two-parameter (Freundlich, Langmuir, Temkin and Dubinin-Radushkevich) adsorption isotherm models were applied on the obtained experimental results and the model constants were calculated. Three-parameter isotherms showed relatively higher regression coefficients and lower relative errors (<5%) than two-parameter isotherms. Of the two-parameter isotherms, the Freundlich isotherm best described the experimental data while the best fitting isotherms were Sips and Khan for three-parameter isotherms. Maximum experimental adsorption capacity was found to be 509.7, 525.0 and 570.7 mg/g for 15, 25 and 35 °C, respectively, for the initial BB16 concentration of 1400 mg/l. Gibbs adsorption free energy (ΔG°), enthalpy (ΔH°) and entropy (ΔS°) were calculated using the adsorption isotherms obtained at various temperatures. Negative Gibbs free energy shows the BB16 dye adsorption onto clay is spontaneous. The possible interaction mechanisms causing to dye adsorption between the dye molecule and clay can be listed as hydrogen bonding, electrostatic interaction and dye-dye interaction.

Key Words: Adsorption; Basic dye; Clay; Isotherm; Thermodynamic; FTIR

* Yazışmacı Yazar: E-posta: bersoy@aku.edu.tr, Tel:05053582816, Fax:02722281422

1. Giriş

Killer demir, alkali (Na, K vb.) ve toprak alkali (Ca, Mg vb.) metallere gibi ana elementler içeren, hidrate halde kristalin alüminyum silikatlarıdır. Kristal yapılarına göre üç boyutlu, iki boyutlu (tabakalı) ve tek boyutlu (fiber yapı) olarak sınıflandırılmaktadır (Wypych, 2004). Kil mineralleri oluşumu sırasında yüksek valanslı (mesela Al^{3+}) iyonlar ile düşük valanslı (mesela Mg^{2+}) iyonların yer değiştirmesi sebebiyle sahip olduğu daimi negatif yükü ve yüksek yüzey alanı sayesinde, pozitif yüklü inorganik veya organik maddelere karşı yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahiptirler (Crini, 2006). Tabakalı kil minerallerinden olan montmorillonit ise, iki alüminyum oktahedral (O) tabaka ve aralarında bir silisyum tetrahedral (T) tabakasından oluşan temel birime (T-O-T) sahiptir ve bu temel birim tekrarlanarak montmorillonit meydana gelir. Bu temel birimler arasında yaklaşık 0.1-1 nm (1-10 Å) boşluk vardır ve bu boşlukta su molekülleriyle beraber değişebilir katyonlar (Ca^{2+} , Na^+ vb.) yer alır (Grim, 1968). Bu katyonlar iyon değiştirme mekanizması ile montmorillonitin adsorpsiyon kapasitesine ciddi katkı sağlarlar.

Basic Blue 16 (BB16) sentetik bir boyar madde (dye) olup, su içerisinde çözündüğünde ortama pozitif yüke sahip (Katyonik) boya molekülü verir. BB16 gibi kimyasal yapısında azo ($N=N$) grubu içeren boyarmaddeler canlılar üzerinde kanserojen etkiye sahiptir ve bu bakımdan sudan giderimi önemlidir (Abadulla vd., 2000). Çeşitli katyonik boyarmaddelerin (Rhodamine B, Rhodamine-6G, Basic Blue 41, Crystal violet, Methyl green, Basic Green 5, Methylene Blue gibi) montmorillonit türü killer üzerine adsorpsiyonu konusunda bir çok çalışma yapılmıştır (Gemeay, 2002; Ogawa vd., 2003; Klika vd., 2004; Roulia vd., 2005; Selvam vd., 2008; Eren, 2009). Literatürden de bilindiği gibi bir adsorpsiyon prosesinde adsorbatın moleküler yapısı ve buna bağlı özellikleri (molekül boyutu ve şekli, polar karakteri, hidrofobik karakteri, iyonik veya noniyonik olması, iyonik ise yük merkezlerinin sayısı ve cinsi vb.) adsorpsiyonu doğrudan etkilemektedir (Leja, 1982; Ersoy ve Çelik, 2003). Bu nedenle her farklı molekül yapısına sahip boya molekülünün adsorpsiyon davranışı, adsorplanma miktarı, adsorpsiyon kinetiği ve termodinamiği farklı olabilir.

BB16 azo-boyarmaddesinin montmorillonit veya diğer kil mineralleri üzerine adsorpsiyonu konusunda literatürde bir çalışma yapılmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada BB16'nın montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonu, adsorpsiyon mekanizması ve termodinamiği ile beraber detaylı olarak incelenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1 Malzeme

Deneylerde kullanılan montmorillonitik kil numunesi Mihalıççık (Eskişehir-Türkiye) yöresine ait olup, Dolsan A.Ş'den temin edilmiştir. Toz halindeki kil numunesinin X-ray difraksiyon (XRD) yöntemiyle mineralojik (Rigaku RINT 2200), XRF yöntemiyle kimyasal analizi (Bruker Tiger S8), tane boyut dağılımı (Malvern Master Sizer 2000), BET yöntemiyle özgül yüzey alanı ve kümülatif gözenek boyut dağılımı analizleri (Quantachrome Nova-2200)

gerçekleştirilmiş ve gerçek yoğunlukları (Quantachrome, Ultracycrometer 1000) ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Verilere göre numune Ca-montmorillonitik kil olarak adlandırılmıştır. Numunenin nisbeten yüksek özgül yüzey alanı dikkat çekmektedir ki bu özellik, adsorpsiyon proseslerinde yüksek kapasite için önemli bir faktördür. Kullanılan katyonik boya madde bazik mavi-16 (BB16) Sigma-Aldrich Co. firmasından satın alınmış olup, özellikleri Tablo 2'de ve kimyasal yapısı Şekil 1'de verilmiştir. Adsorpsiyon çalışmalarında pH ayarlamaları için Merck kalite NaOH ve HCl'den hazırlanan 0.1 M'lık çözeltiler kullanılmıştır.

2.2 Yöntem

Adsorpsiyon çalışmaları öncesinde 2000 mg/l'lik BB16 boya çözeltisi hazırlanıp, boyanın tamamen çözünmesini sağlamak için 2 gün boyunca oda sıcaklığında karıştırma işlemi uygulandı ve böylece stok çözelti hazırlandı. Sonra aşağıda verilen sırayla adsorpsiyon çalışmaları gerçekleştirildi.

İlk aşamada, sabit 750 mg/l BB16 başlangıç konsantrasyonunda, boya çözeltisinin tabii pH'sında (~ pH 3.6), 25 °C sabit sıcaklıkta, 140 d/dak karıştırma hızında (not: bu çalışmadaki tüm adsorpsiyon deneylerinde bu karıştırma hızı kullanılmıştır.) ve 1-10 g/l aralığında farklı adsorban dozajları kullanılarak 24 saat süreyle adsorpsiyon yapıldı ve optimum adsorban miktarı 2 g/l olarak belirlendi. Bundan sonraki adsorpsiyon deneylerinin tamamında bu adsorban dozajı kullanıldı. Yapılan ön deneylere göre 24 saatde adsorpsiyonun dengeye ulaştığı belirlendi ve bundan sonraki adsorpsiyon deneylerinin tamamında bu süre kullanıldı. Daha sonra 2 g/l adsorban dozajında ve yukarıda verilen şartlarda pH'nın adsorpsiyona etkisi irdelendi. PH ayarlamaları boya çözeltisine adsorban katmadan önce yapıldı. PH'nın adsorpsiyona etkisi çalışması hariç diğer tüm adsorpsiyon deneylerinde herhangi bir pH ayarlaması yapılmadı ve çözeltinin tabii pH'sında (~ pH 3.6) çalışıldı. İkinci aşamada, 15, 25 ve 35 °C'lerde adsorpsiyon çalışmaları yapılarak adsorpsiyon izotermi çıkarıldı. Bunun için 2000 mg/l'lik BB16 stok çözeltisi kullanılarak, konsantrasyonları 150-1400 mg/l arasında değişen 50 ml'lik boyarmadde çözeltileri türetildi ve üzerlerine 0.1'er g montmorillonitik kil numunesi koyup, 24 saat boyunca karıştırılarak adsorpsiyon işlemi uygulandı. Sonra 10000 dev/dak'da 2 dak süreyle santrifüj edilerek katı-sıvı ayırımı yapıldı ve berrak kısımdan numune alınarak UV-Spektrofotometre (Jenway UV-Visible Spectrophotometer) ile 589 nm dalga boyunda çözeltide kalan boya konsantrasyonu analiz edildi. Her analizden önce spektrofotometrenin kalibrasyonu yenilendi. Elde edilen adsorpsiyon verilerine farklı adsorpsiyon izoterm modelleri uygulandı. Farklı sıcaklık ve farklı başlangıç konsantrasyonlarında elde edilen bu adsorpsiyon verileri kullanılarak montmorillonitik kil üzerine BB16 adsorpsiyonunun termodinamik parametreleri hesaplandı.

Katyonik boyarmaddenin montmorillonitik kil üzerine adsorplanma mekanizmalarını belirlemek için adsorpsiyondan önce ve adsorpsiyondan sonra kil numunelerinin FTIR spektrumları (Perkin-Elmer Spectrum BX-2) alındı ve ayrıca boya konsantrasyonuna göre zeta potansiyel ölçümleri Lazer doppler (4mW He-Ne, $\lambda=633$ nm) elektroforesiz tekniği ile çalışan zetametre (Malvern Nano-ZS90 Zetasizer) ile yapıldı. 400-4000 cm^{-1} dalga sayısı aralığında ve 4 cm^{-1} çözünürlükte KBr pelet yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen FTIR analizlerinde peletler, KBr/numune oranı kütlece 1/100 olacak

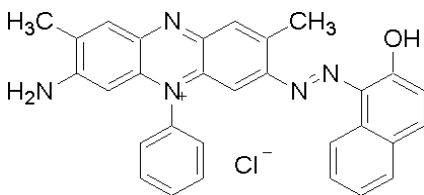
şekilde agat havanda karıştırılıp, hidrolik presde 10 tonluk basınç uygulanarak hazırlandı. Boya adsorplanmış kil numunelerinin FTIR analizleri öncesinde, numuneler iki kez distile su ile yıkandı ve etüvde 80 °C'de kurutuldu.

Tablo1. Montmorillonitik kil numunesinin kimyasal ve mineralojik kompozisyonu ve bazı fiziksel özellikleri.

Bileşen	Birim	Değer
Kimyasal Analiz		
SiO ₂	%Ağ.	60.90
Al ₂ O ₃	%Ağ.	11.67
CaO	%Ağ.	4.33
MgO	%Ağ.	3.30
Fe ₂ O ₃	%Ağ.	0.79
K ₂ O	%Ağ.	0.79
TiO ₂	%Ağ.	0.07
MnO	%Ağ.	0.05
Diğerleri	%Ağ.	0.10
KK*	%Ağ.	18
Toplam	%Ağ.	100.00
Mineralojik Analiz†		
Montmorillonit	%Ağ.	52.35
Kristobalit	%Ağ.	27.51
Kalsit	%Ağ.	9.10
Kaolinit	%Ağ.	8.08
Kuvars	%Ağ.	3.95
Fiziksel Özellikler		
Gerçek yoğunluk	g/cm ³	2.33
Özgül yüzey alanı	m ² /g	74
Tane boyut dağılımı		
D90	µm	30.71
D50 (ortalama)	µm	10.08
D10	µm	2.81
Gözenek boyut dağılımı	nm	5-30 (ortalama 14)
Porozite	%Hacim	24.5

*KK: Kızdırma kaybı †: Rietveld yöntemiyle hesaplanmıştır.

Montmorillonitik kil numunesinin zeta potansiyel (ZP) ölçümleri iki farklı koşulda gerçekleştirildi. Birincisi boyasız ortamda pH'ya bağlı ZP ölçümü olup, bu ölçümler 10⁻³ M sabit NaCl çözeltisi varlığında, 25 °C sıcaklıkta ve 1 g/l katı konsantrasyonunda gerçekleştirildi ve ölçüm öncesi süspansiyon 10 dak süreyle karıştırılarak homojenize edildi. İkincisi ise 20 ve 40 °C sıcaklıklarda boya konsantrasyonuna bağlı ZP ölçümleridir. Boya konsantrasyonuna bağlı bu ZP ölçümleri daha önce anlatılan adsorpsiyon deneylerinde kullanılan numuneler üzerinde gerçekleştirildi ve adsorpsiyon sonrası süspansiyon aynı sıcaklıklarda 2 saat bekletildikten sonra yeteri kadar numune alınarak zetametredeki hücreye kondu ve zeta potansiyeli ölçüldü.



Şekil 1. BB16 boyarmaddesinin kimyasal yapısı

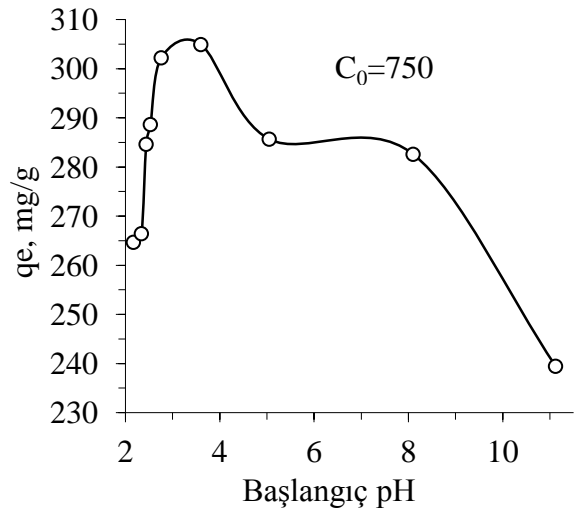
Tablo 2. BB16 boyarmaddesinin özellikleri.

Boyarmadde	Bazik Mavi-16 (BB16)
Mol Ağ.(g/mol)	506
Max. absorpsiyon. dalga boyu λ _{max} (nm)	589
Formülü	C ₂₀ H ₁₃ N ₂ NaO ₄ S
Renk indeksi	12210
Boya içeriği	%70

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1 Çözelti PH'sının Etkisi

BB16'nın montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonunda pH'nın etkisi Şekil 2.2'de gösterilmiştir. PH 2'de adsorpsiyon değeri (q_e) 265 mg/g-kil iken, bundan sonra hızla artarak pH 3.6'da maksimum seviyesine (305 mg/g) ulaşmaktadır. PH 3.6 çözeltinin doğal pH'sı olup, elde edilen bu sonuç montmorillonitik kil üzerine maksimum BB16 boya adsorpsiyonu için pH ayarlamasına gerek kalmadığını ortaya koymaktadır. Ancak, eğriye göre çözeltinin başlangıç pH'sı 3.6'dan sonra daha da arttıkça adsorpsiyon azalmakta ve pH 11'de yaklaşık 240 mg/g'a düşmektedir. Bu sonuç literatürde verilen sonuçlara göre terstir. Literatürde daha önce yapılan, kil üzerine farklı katyonik boyarmadde adsorpsiyon çalışmalarına göre pH'nın artmasıyla adsorpsiyon artmaktadır (Nandi vd., 2009; Selvam vd., 2008). Bu durum muhtemelen katyonik boyarmaddenin düşük pH'larda muhtemelen daha iyi iyonize olabilmesi nedeniyle daha çok sayıda boya molekülü kil ile ekileşmesinden kaynaklanmaktadır. Literatüre göre katyonik yapıdaki yüzey aktif maddeler veya organik bileşikler nötr ve düşük pH'larda çok iyi iyonize olurken yüksek pH'larda (pH 10-11 gibi) iyonizasyon derecesi ciddi oranda azalabilmektedir (Leja, 1982). Ancak aşırı asidik ortamlarda (pH 2 civarında) adsorpsiyonun azalması ise ortamdaki H⁺ iyonlarının kilin negatif yük merkezlerine adsorplanarak negatif yüzey şarjını azaltması ve boya-kil elektrostatik ekileşimini olumsuz etkilemesiyle izah edilebilir.



Şekil 2. Montmorillonit üzerine BB16 adsorpsiyonuna pH'nın etkisi (T=25 °C, karıştırma hızı 140 d/dak).

3.2 Adsorpsiyon İzotermilerinin Modellenmesi

Su ortamındaki herhangi bir bileşenin adsorplayıcılar üzerindeki birikimini ifade eden, bir kısmı ampirik birçok izoterm modeli geliştirilmiştir. Bu izotermi bilinmeyen parametre sayısına göre, iki-parametrelili ve üç-parametrelili olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür (Günay vd., 2007). BB16'nın farklı sıcaklıklarda adsorpsiyon verileri ve bu verilere uygulanan adsorpsiyon modelleri Şekil 3'de ve adsorpsiyon izoterm sabitleri, ortalama rölatif hatalar ve korelasyon katsayıları Tablo3'de verilmiştir.

3.2.1 İki parametrelili izotermiler

Freundlich Modeli

Heterojen olmayan bir yüzeyde tekdüze olmayan bir dağılımı ifade eder ve ampirik bir ifadedir:

$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

Burada q_e denge durumunda katı faz üzerine adsorplanan madde miktarı (mg/g), K_F Freundlich sabiti (l/mg), n adsorpsiyon yoğunluğunu ifade eden izoterm parametreleri, C_e ise adsorplama sonrası çözeltide kalan maddenin konsantrasyonunu (mg/l) ifade etmektedir (Freundlich, 1906). Freundlich izoterm denkleminde eşitliğin her iki tarafının da logaritması alınarak doğrusal hale getirilirse;

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$$

ifadesi elde edilir. $\log q_e$ 'nin $\log C_e$ 'ye karşı değişimi grafiğe çizilirse K_F ve n sabitleri bulunur.

Langmuir Modeli

Langmuir izotermi modeline göre, adsorplanan moleküller adsorbantın yüzeyinde doymuş tek bir tabaka oluşturur ve adsorplanan moleküller sabit olup adsorbant yüzeyinde hareket etmezler. Ayrıca adsorplama hızı, adsorplanan maddenin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Langmuir izotermi modeli şu denklemle ifade edilir:

$$q_e = \frac{q_m a_L C_e}{1 + a_L C_e}$$

Burada, q_e birim adsorbant üzerine adsorplanan madde miktarı (mg/g), C_e adsorplama sonrası çözeltide kalan maddenin denge konsantrasyonu (mg/l), a_L ve K_L sırasıyla adsorbata bağlı sabit ve adsorplama enerjisine bağlı olan Langmuir izoterm sabitidir (l/mg). q_m ise tek tabakalı adsorbant kapasitesi (mg/l)'dir.

$$q_m = \frac{K_L}{a_L}$$

şeklinde ifade edilir.

Dubinin-Radushkevich (D-R) Modeli

D-R izotermi adsorpsiyon mekanizmasını açıklamak üzere heterojen bir yüzey üzerinde potansiyeldeki değişim kuramına göre geliştirilmiştir. D-R izotermi:

$$q_e = q_s \exp\left(\frac{(RT \ln(1 + 1/C_e))^2}{-2E^2}\right)$$

eşitliği ile ifade eldir. Burada, q_s maksimum adsorpsiyon kapasitesi (mg/g) ve E adsorpsiyon enerjisidir (kJ/mol). C_e adsorplama sonrası çözeltide kalan maddenin konsantrasyonu (mg/l), q_e ise birim adsorbant üzerine adsorplanan madde miktarıdır (mg/g). E değerinin büyüklüğü adsorpsiyon mekanizmasını tahmin etmeye yarar. Eğer E değeri 8-16 kJ/mol arasında ise adsorpsiyon tipi iyon değiştirme ile açıklanabilir. Eğer adsorpsiyon enerjisi 8 kJ/mol 'den düşük ise fiziksel adsorpsiyon olarak değerlendirilir (Dubinin ve Radushkevich, 1947).

Tempkin Modeli

Tempkin izotermine göre adsorpsiyon ısısındaki azalma lineer, bağlanma enerjisi ise homojendir (Tempkin ve Pyzhev, 1940). Çözelti içerisindeki tüm moleküllerin adsorplama ısısı dikkate alınarak geliştirilmiştir. Tempkin izotermi ifade eden eşitlik aşağıda gösterildiği gibidir:

$$q_e = \left(\frac{RT}{b}\right) \ln(K_{Te} C_e)$$

Bu denklemi doğrusal hale getirirsek,

$$q_e = B_1 \ln K_{Te} + B_1 \ln C_e$$

eşitliği elde edilir. Burada;

$$B_1 = \frac{RT}{b}$$

olarak ifade edilir. K_{Te} denge durumunda bağlanma sabiti (l/mg), B_1 ise adsorpsiyon ısısı ile ilgilidir.

3.2.2 Üç Parametrelili İzotermiler

Redlich-Peterson

Redlich-Peterson izotermi düşük konsantrasyonlarda Henry kanununa yaklaşır ve yüksek konsantrasyonlarda Freundlich izotermi gibi davranır. Redlich-Peterson izotermi;

$$q_e = \frac{K_R C_e}{1 + a_R C_e^\beta}$$

şeklinde ifade edilir. Burada, K_R (l/g) ve a_R (l/mg)^{1/β} Redlich Peterson izoterm sabitleri ve β ise 0-1 arasında değişen bir üstel ifadedir (Redlich ve Peterson, 1959).

Sips Modeli

Sips izotermi heterojen yüzeylerdeki adsorpsiyonu daha iyi tarif etmek üzere Langmuir ve Freundlich izotermilerinin kombinasyonudur. Düşük konsantrasyonlarda Freundlich izotermi, yüksek konsantrasyonlarda monolayer adsorpsiyon kapasitesini tahmin ederek Langmuir izotermi karakteristlik özelliklerini yansıtır.

$$q_e = \frac{q_m a_S C_e^{1/n}}{1 + a_S C_e^{1/n}}$$

Burada q_m tek tabaka adsorpsiyon kapasitesi (mg/g), a_S adsorpsiyon enerjisi ile ilgili Sips sabitidir (mg/l)^{-1/n} (Sips, 1948).

Toth Modeli

Toth izotermi Langmuir tabanlıdır ve şu şekilde ifade edilir:

$$q_e = \frac{q_m C_e}{(K_{To} + C_e^n)^{1/n}}$$

Burada, K_{To} Toth model sabiti, n ise 0-1 arasında değişen üstel bir sayıdır. $n=1$ değeri için Toth izotermi Langmuir izotermine dönüşür (Toth, 1971).

Khan Modeli

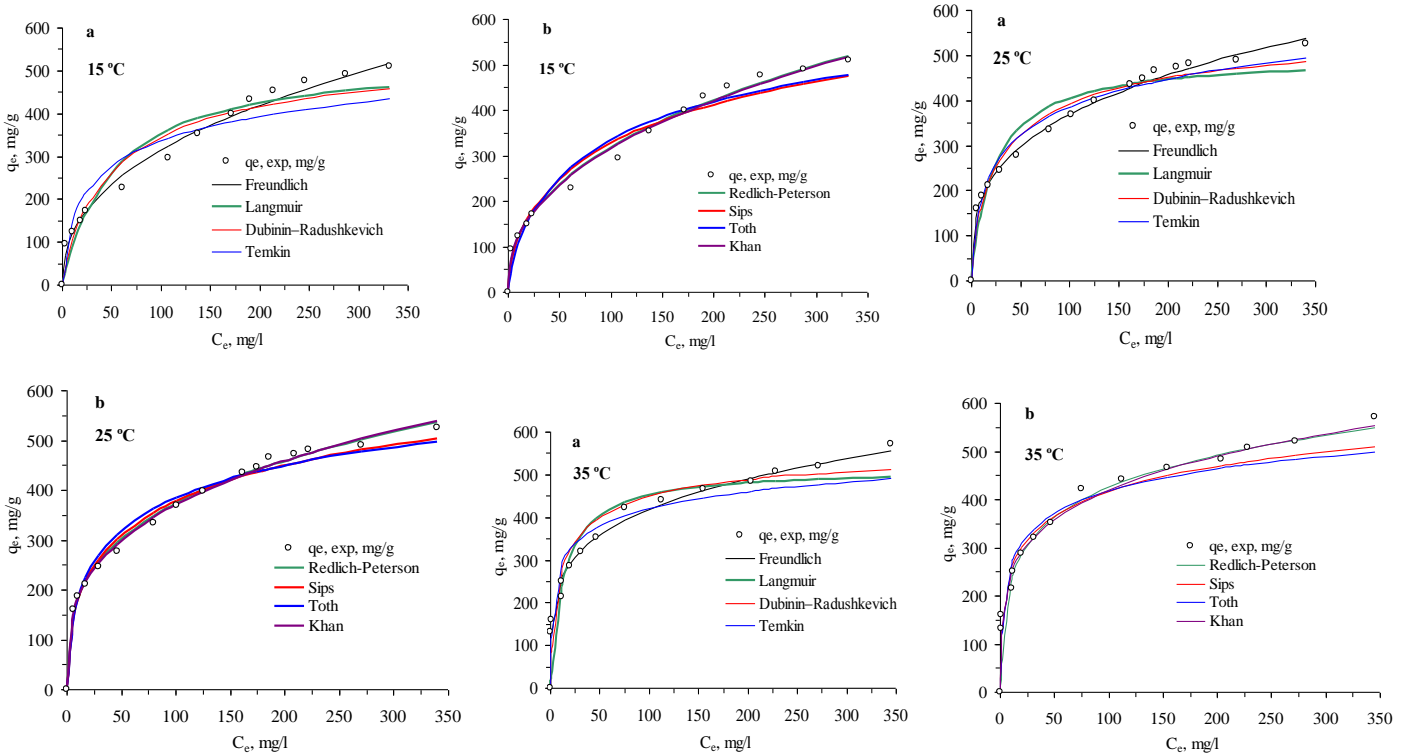
Khan izotermi şu şekildedir:

$$q_e = \frac{q_m b_K C_e}{(1 + b_K C_e)^{a_K}}$$

Burada, q_m ve b_K Khan modeli sabitleridir. a_K üstel bir sayıdır (Khan vd., 1996).

3.3 İzoterm Modellerinin Karşılaştırması

Aynı deney sonuçları birden fazla modele tatbik edilebilir. Modellerin karşılaştırılmasında, bazı hallerde lineerleştirme tekniği ile belirlenen model katsayılarında korelasyon katsayısı tek başına yeterli olmayabilir. Deney sonuçlarının hangi modele daha iyi uyduğunu istatistiksel olarak değerlendirmek gerekir. Bu değerlendirme ile ilgili olarak birçok yöntem vardır. En yaygın değerlendirme tekniği, her ölçüm sonucuna karşılık hesaplanan model sonucunun bağlı hatasını hesaplayıp ortalamasını belirlemektir. Ortalama bağlı hata %5'ten düşük olduğu zaman deney sonuçları ile modelin iyi uyduğu kabul edilebilir. Buna göre Tablo3'de verilen veriler gözönüne alındığında iki parametrelili izoterm modelleri içerisinde Freundlich ve üç parametrelili izoterm modelleri içerisinde ise Sips ve Khan modelleri deney verilerine en uygun modeller olduğu görülmektedir. Ayrıca, üç parametrelili izoterm modelleri iki parametrelili izoterm modellerine göre daha nispeten yüksek korelasyon katsayısı (r^2) ve daha düşük bağlı hata (Δq (%)) vermiştir.



Şekil 3. Montmorillonitik kilin farklı sıcaklıklarda BBI6 adsorpsiyonundan elde edilen deneysel veriler ile izoterm modellerinin karşılaştırılması (a) iki parametrelili izoterm (b) üç parametrelili izoterm.

Tablo3. Montmorillonitik kil üzerine BB16 adsorpsiyonunda iki ve üç parametrelili izoterm modellerine ait izoterm parametrelerinin, bağıl hataların, korelasyon katsayılarının ve HİBRİT değerlerinin karşılaştırılması .

İki parametrelili izoterm	15 °C			25 °C			35 °C		
	15 °C	25 °C	35 °C	15 °C	25 °C	35 °C	15 °C	25 °C	35 °C
$q_{exp.} (mg/g)$	509.7	525.0	570.7						
Freundlich				Redlich-Peterson					
$K_F (l/mg)$	47.04	88.99	148.66	$K_R (l/g)$	247.72	211.47	130.69		
$1/n$	0.413	0.309	0.225	$a_R (l/mg)^{1/\beta}$	4.94	2.10	0.71		
				β	0.596	0.711	0.811		
r^2	0.99	0.993	0.985	r^2	0.985	0.992	0.961		
HİBRİT	155.0	30.0	134.7	HİBRİT	198.1	45.7	1201.2		
$\Delta q (\%)$	4.1	2.5	4.6	$\Delta q (\%)$	4.2	3.0	11.6		
Langmuir				Sips					
$K_L (l/mg)$	10.25	21.42	37.53	$q_m (mg/g)$	838.6	846.5	890.7		
a_L	0.019	0.043	0.073	$a_s (mg/l)^{-1/n}$	0.042	0.084	0.187		
$q_m (mg/l)$	534.9	498.8	514.3	$1/n$	0.592	0.490	0.336		
r^2	0.929	0.907	0.900	r^2	0.966	0.984	0.965		
HİBRİT	986.1	548.7	2034.6	HİBRİT	426.2	102.2	344.6		
$\Delta q (\%)$	11.1	10.5	17.6	$\Delta q (\%)$	7.4	4.6	8.2		
Dubinin–Radushkevich				Toth					
$q_s (mg/g)$	530.8	538.3	545.0	$q_m (mg/g)$	820.3	864.0	931.5		
$E (kJ/mol)$	6.41	7.50	9.91	K_{To}	5.76	1.68	0.52		
				n	0.502	0.353	0.217		
r^2	0.934	0.957	0.921	r^2	0.957	0.975	0.946		
HİBRİT	751.7	233.3	823.5	HİBRİT	622.3	154.8	513.2		
$\Delta q (\%)$	9.8	7.0	13.5	$\Delta q (\%)$	7.5	5.7	10.4		
Tempkin				Khan					
$K_{Te} (l/mg)$	0.62	0.73	14.00	$q_m (mg/g)$	2.9	16.9	47.3		
b	30.35	27.61	44.23	b_K	823.7	214.6	164.3		
				a_K	0.587	0.691	0.775		
r^2	0.896	0.964	0.919	r^2	0.986	0.993	0.985		
HİBRİT	1252.0	210.2	652.3	HİBRİT	170.6	32.5	150.6		
$\Delta q (\%)$	16.5	6.8	12.0	$\Delta q (\%)$	4.08	2.54	4.43		

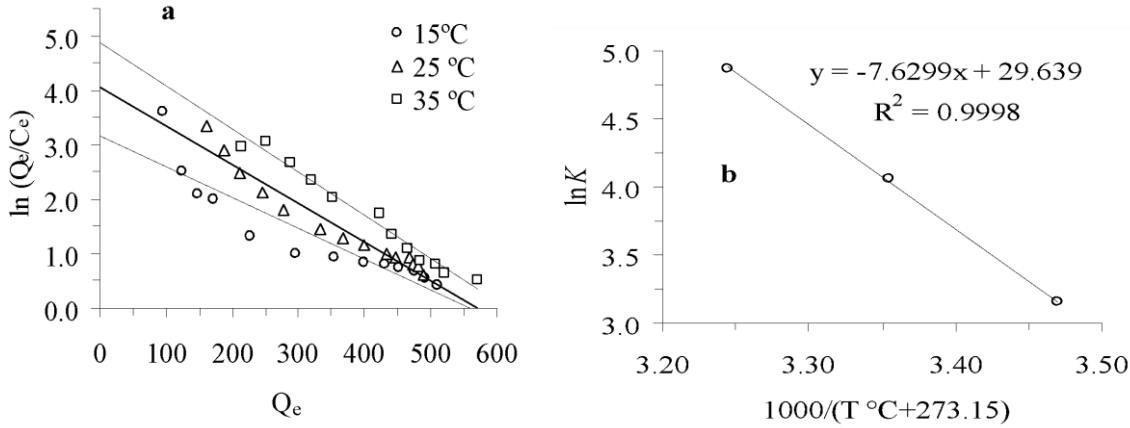
deney sonuçlarını içine alan yöntemdir. Detayları daha önce daha önce verildiği şekilde q_e 'ye karşı $\ln(q_e/C_e)$ bir doğru

3.4 Adsorpsiyonun Termodinamik Parametreleri

BB16'nın Montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonunda termodinamik parametreler iki farklı yöntemle hesaplanmıştır. Birincisi Khan ve Singh (1987) tarafından önerilen ve termodinamik denge sabitinin belirlenmesinde tüm

üzerine işaretlenerek (Şekil 4), y-eksenini kesme noktası termodinamik denge sabiti olarak alınır. Termodinamik parametreler, ikinci bir yöntem olan dağılım katsayısı yöntemine göre de hesaplanmıştır. Bu yöntemde termodinamik denge sabiti şu bağıntı ile belirlenir:

$$K_D = \frac{C_0 - C_e}{C_e} \frac{V}{m} = \frac{q_e}{C_e}$$

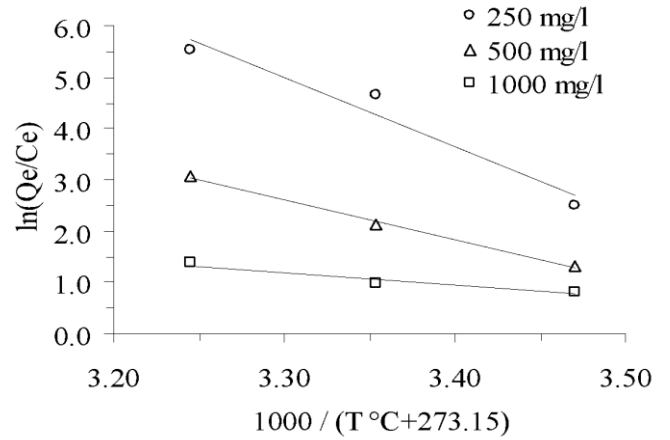


Şekil 4. Khan ve Singh yöntemine göre termodinamik parametrelerin belirlenmesi (a) Termodinamik denge sabitinin belirlenmesi için q_e 'ye karşı $\ln(q_e/C_e)$ (b) $1/T$ 'ye karşı $\ln K$ grafiği.

Tablo 4. Khan ve Singh yöntemine göre BB16'nın montmorillonit üzerine adsorpsiyonunda termodinamik parametreler

Sıcaklık (°C)	K	Eğim* 10^{-3}	Kesme noktası	r^2	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (J/mol-K)
15 °C	23.412				-7.55		
25 °C	58.139	-7.63	4.06	1.000	-10.07	63.44	246.43
35 °C	142.185				-12.70		

Burada; V numune hacmi (l) ve m adsorban miktarıdır (g). Bu yöntemde farklı başlangıç konsantrasyonları için farklı denge sabitleri elde edilir. Burada 250, 500 ve 1000 mg/l başlangıç konsantrasyonları için termodinamik denge sabitleri belirlenerek termodinamik parametreler hesaplanmıştır. Buna göre, $1/T$ 'ye karşı çizilen $\ln(q_e/C_e)$ değerleri lineer ilişkiyi ortaya koymuştur (Şekil 5). Bu yönteme göre hesaplanan termodinamik parametreler Tablo 5'de verilmiştir ve Khan ve Singh yöntemine göre hesaplanan değerlerle uyumludur. ΔH° değeri pozitif olduğunda montmorillonit-BB16 etkileşimi endotermiktir. Bütün sıcaklıklarda ve farklı başlangıç konsantrasyonları için hesaplanan ΔG° değerleri negatif olduğundan montmorillonit-BB16 arasında gerçekleşen reaksiyon kendiliğinden gerçekleşebilmektedir.



Şekil 5. BB16'nın montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonunda $1/T$ 'ye karşı $\ln K_0$ ($=\ln(Q_e/C_e)$) lineer (Van't Hoff) doğruları.

Tablo 5. BB16'in montmorillonit üzerine adsorpsiyonunda termodinamik parametreler

C_0 (mg/l)	ΔH° (kJ/mol)			ΔS° (J/mol-K)			ΔG° (kJ/mol)		
	15 °C	25 °C	35 °C	15 °C	25 °C	35 °C	15 °C	25 °C	35 °C
250	112.72	413.50	-6.43	-10.57	-14.70				
500	64.21	233.57	-3.09	-5.43	-7.76				
1000	20.15	76.43	-1.87	-2.64	-3.40				
Ortalama	65.69	241.17	-3.80	-6.21	-8.62				

3.4 Adsorpsiyon Mekanizması

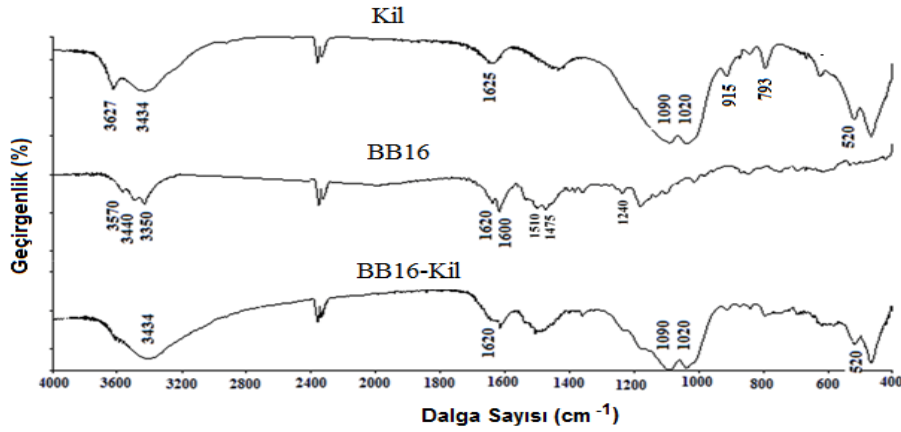
Katyonik boyarmaddenin montmorillonitik kil üzerine adsorplanmasını sağlayan mekanizmaları belirlemek için adsorpsiyon öncesi ve sonrası FTIR spektrumları (Şekil 6)

çekildi ve BB16 konsantrasyonuna göre zeta potansiyel ölçümleri (Şekil 7) yapıldı. Bu analizlerden elde edilen sonuçlara göre BB16 ile montmorillonitik kil arasında gerçekleşen olası adsorplanma mekanizmaları Şekil 8'da temsili olarak gösterildi.

Literatürden de bilindiği üzere boya, sürfaktan, polimer vb çeşitli organik bileşiklerin kil, zeolit, uçucu kül vb. çeşitli adsorbanler üzerine adsorplanma mekanizmalarının belirlenmesinde FT-IR titreşim spektroskopisinden yararlanılmaktadır (Akyüz ve Akyüz, 2006; Güngör ve Karaoğlan, 2001; Acemioğlu, 2004; Özcan vd., 2007; Zaman vd., 2002). Montmorillonitik kilin FTIR spektrumu incelendiğinde 3627 cm^{-1} de yapısal OH gerilme piki görülmektedir. 3434 cm^{-1} de ve 1625 cm^{-1} de görülen yayvan pikler kil tarafından adsorplanan serbest su moleküllerine ait olan OH gruplarının sırasıyla gerilme ve eğilme pikleridir. 1090 cm^{-1} de tabakalı yapıdaki kilin düzlem dışı Si-O gerilme piki, 1020 cm^{-1} de ise düzlem içi Si-O gerilme piki ve 520 cm^{-1} de ise Si-O eğilme piki görülmektedir (Tyagi vd., 2005; Grim 1968). Katyonik boya BB16'nın

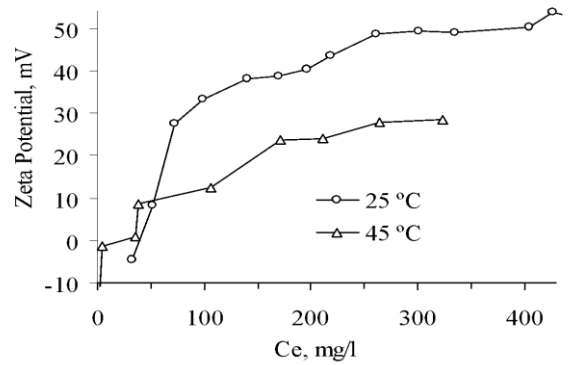
FTIR spektrumunda $3580\text{--}3350\text{ cm}^{-1}$ bölgesinde, moleküldeki OH ve NH_2 gruplarına ait gerilme titreşim

bandları görülmektedir. 1620 cm^{-1} deki pikler C=N, 1620 cm^{-1} deki pikler ise aromatik gerilme titreşimleridir. 1510 cm^{-1} deki pikler moleküldeki N=N gerilme titreşimleridir. 1240 cm^{-1} deki pik ise C-O titreşim pikleridir. Adsorpsiyon sonrası boya molekülünün yaklaşık $3330\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$ deki OH ve NH_2 gruplarına ait pik şiddetlerinin oldukça azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde BB16'nın 1500 ve 1600 cm^{-1} civarında görülen pik çiftleri de yine adsorpsiyondan sonra yayvanlaşarak tek pik haline gelmiştir. Boyanın spektrumlarındaki bu değişimler katyonik boya molekülü (BB16) ile kil arasındaki etkileşimin bir göstergesidir. Bu da boya molekülündeki OH ve NH_2 grupları ile kil kenar yüzeyindeki OH grupları veya oktahedral tabakasında yer alan yapısal OH grupları arasında meydana gelen hidrojen bağlarına işaret etmektedir. Literatürden de bilindiği gibi organik moleküllerin killere etkileşimi sonrasında bu moleküllerin IR spektrumlarında değişimler (pikin genişlemesi, azalması, kayması gibi) olmakta ve bu değişimlere yol açan en önemli etkileşimin organiklerin fonksiyonel grupları ile kilin yapısal OH'ları veya kil kenar yüzeyindeki aluminol (Al-OH) veya silanol(Si-OH) gruplarındaki OH'lar arasında meydana gelen hidrojen bağıdır (Güngör ve Karaoğlan, 2001; Wang ve Somasundaran, 2006; Akyuz ve Akyuz, 2006).



Şekil 6. (a) Montmorillonitik kil (b) Katyonik boya (BB16) (c) 354 mg/g boyarmadde adsorplanmış kilin FTIR spektrumları.

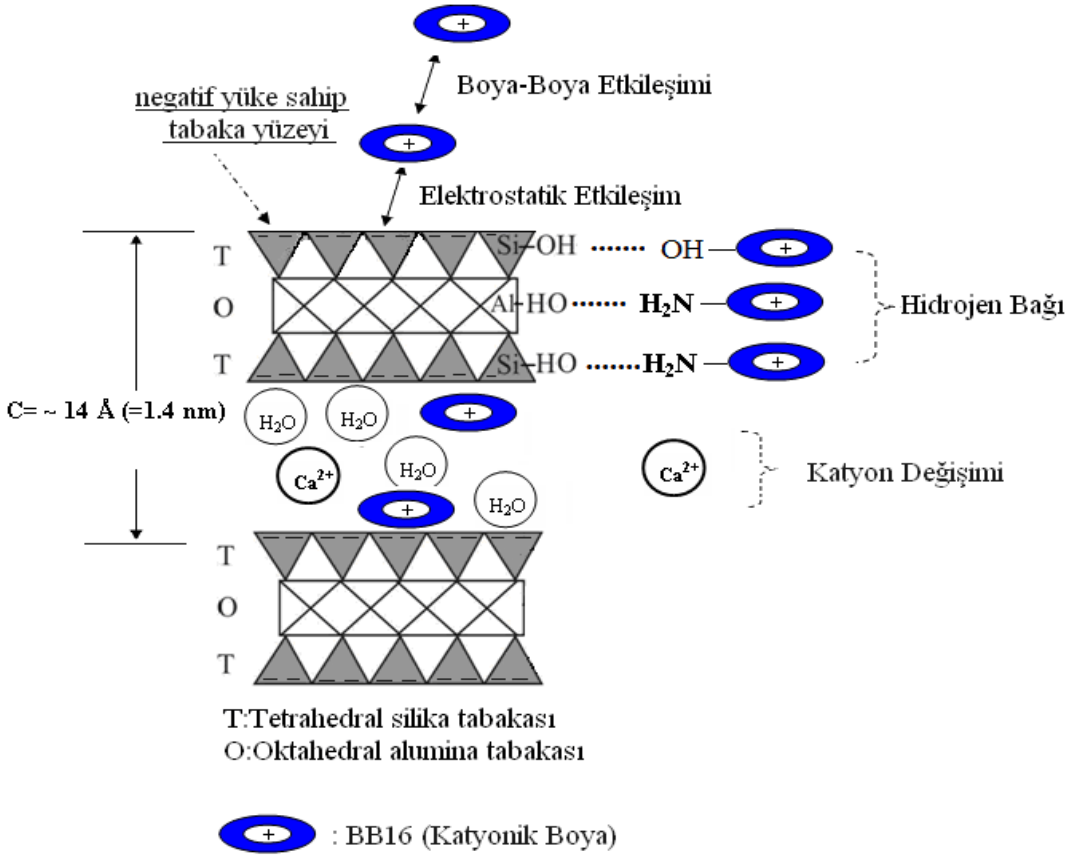
Literatürden iyi bilindiği üzere zeta potansiyel (ZP), özellikle iyonik yapıdaki adsorbat ile adsorban herhangi bir mineral (veya katı) partikülü arasında ya da mineral/su arayüzeyinde meydana gelen reaksiyonları belirlemek için önemli bir araçtır (Hunter, 1988). Bu yüzden, özellikle iyonik yüzey aktif maddelerin (sürfaktanların) adsorplanma mekanizmalarının izahında yaygın olarak kullanılmaktadır (Somasundaran ve Fuerstenau, 1966; Xu ve Boyd, 1995; Ersoy ve Çelik, 2003). Şekil 7'de verilen BB16 konsantrasyonuna göre kilin zeta potansiyel değişimi grafiği katyonik boya moleküllerinin, negatif yüzey yüküne sahip kil yüzeyine (özellikle de kilin tabaka yüzeyine) elektrostatik etkileşimle adsorplanarak (Şekil 8) kilin zeta potansiyelini hızla negatiften pozitif çevirdiği görülmektedir. Çok dar bir konsantrasyon aralığında kilin yüzey yükünün pozitif dönüşmesi BB16 adsorpsiyonunda elektrostatik etkileşimin ön planda olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. ZP eğrilerinin genel eğilimi ve durumu Şekil 3'deki adsorpsiyon izotermiyle uyumlu gözükmemekte, ancak 50 mg/l denge konsantrasyonundan sonra sıcaklık arttığında adsorpsiyonun artmasına rağmen ZP'in azalması bir terslik oluşturmaktadır. Bunun nedeni izah edilememiştir.



Şekil 7. BB16 denge konsantrasyonuna göre montmorillonitik kilin zeta potansiyel değişimi.

BB16 adsorpsiyonunda önerilen diğer mekanizmalar ise kilin tabaka boşluklarında yer alan değişebilir metal katyonları ile boyarmadde arasındaki iyon değiştirme ve hali hazırda kil yüzeyine adsorplanmış boya molekülü ile çözeltideki diğer boya molekülü arasındaki Van der Waals çekim kuvvetlerinin ve/veya boya moleküllerinin OH grupları arasındaki olası

hidrojen bağı kuvvetlerinin etkisi altında gerçekleşebilecek boya-boya etkileşimidir.



Şekil 8. Montmorillonitik kil ile kationik boya (BB16) molekülleri arasındaki olası etkileşimler.

4. Sonuçlar

- 1400 mg/l BB16 başlangıç konsantrasyonunda montmorillonitik kilin maksimum adsorplama kapasitesi 15, 25 ve 35 °C'de sırasıyla 509,7; 525,0 ve 570,7 mg/g'dır. Adsorpsiyonun sıcaklık arttıkça artması prosesin endotermik olduğuna işaretler.
- Literatür sonuçlarının aksine kationik boyanın kile adsorpsiyonu, boya çözeltisinin kendi tabii pH değerinde (~pH 3.6) maksimum seviyesine ulaşmaktadır. Bundan daha düşük ve daha yüksek pH'larda adsorpsiyon azalmaktadır.
- Adsorpsiyon denge izotermi iki ve üç parametrelilik denklemler kullanılarak analiz edilmiştir. BB16'nın kil üzerine adsorpsiyonu için, iki parametrelilik izoterm modelleri içerisinde Freundlich ve üç parametrelilik izoterm modelleri içerisinde ise Sips ve Khan modelleri deney verilerine en çok uyan adsorpsiyon modelleridir.
- BB16'nın kil üzerine adsorpsiyon prosesi sırasındaki sistemin serbest enerji değişimi negatiftir ve bu prosesin kendiliğinden (spontane) olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ΔG° ve E_a değerleri BB16'nın montmorillonit üzerine adsorpsiyonunun fiziksel olduğuna işaret etmektedir.
- BB16'nın montmorillonitik kil üzerine adsorpsiyonunda rol oynayan olası etkileşim mekanizmaları elektrostatik

etkileşim, hidrojen bağı oluşumu ve boya-boya etkileşim mekanizmalarıdır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir (Proje Kodu: 109Y163).

&Bu makale Adsorption[19:757–768 (2013)] dergisinde yayımlanan İngilizce makalenin, bazı kısaltmalar ve ilavelerle yeniden düzenlenmiş ve Türkçe olarak hazırlanmış halidir.

Kaynaklar

- Abadulla, T., Tzanov, S., Costa, K. H., Robra, A., Cavaco-Paulo, G. G., 2000. Decolorization and Detoxification of Textile Dyes with a Laccase from *Trametes hirsuta*, *Applied Environmental Microbiology* 66, 3357-3362.
- Acemioğlu, B., 2004. Adsorption of Congo Red from Aqueous Solution onto Calcium-Rich Fly Ash, *Journal of Colloid and Interface Science*, 274, 371-379.
- Akyüz, S., Akyüz, T., 2006. FT-IR Spectroscopic Investigations of Adsorption of 2-, 3- and 4-Pyridinecarboxamide on Montmorillonite and Saponite from Anatolia, *Vibrational Spectroscopy*, 42, 387-391.
- Crini, G., 2006. Non-conventional Low-cost Adsorbents for Dye Removal: a Review, *Bioresource Technology*, 97, 1061-1085.

- Dubinina, M. M., Radushkevich, L.V., 1947. Equation of the Characteristic Curve of Activated Charcoal, *Chem. Zentr.* 1, 875.
- Eren, E., 2009. Investigation of a basic dye removal from aqueous solution onto chemically modified Unye bentonite, *Journal of Hazardous Materials*, 166, 88-93.
- Ersöz, B. ve Çelik, M. S., 2003. Effect of Hydrocarbon Chain Length on Adsorption of Cationic Surfactants onto Clinoptilolite, *Clays and Clay Minerals*, 51, 2, 173-181.
- Gemeay, A. H., 2002. Adsorption characteristics and the kinetics of the cation Exchange of rhodamine-6G with Na⁺-Montmorillonite, *Journal of Colloid and Interface Science* 251, 235-241.
- Grim, R.E., 1968. *Clay Mineralogy*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Günay, A., Arslankaya, E., Tosun, İ., 2007. Lead Removal from Aqueous Solution by Natural and Pretreated Clinoptilolite: Adsorption Equilibrium and Kinetics, *Journal of Hazardous Materials*, 146, 362-371.
- Güngör, N., Karaoğlan, S., 2001. Interactions of Polyacrylamide Polymer with Bentonite in Aqueous Systems, *Material Letters*, 48, 168-175).
- Hunter, J. R., 1988. *Zeta Potential in Colloid Science, Principles and Applications*, Academic Press: San Diego, p. 342
- Khan, A. R., Al Waheab, I. R., Al-Haddad, A. A., 1996. Generalized Equation for Adsorption Isotherms For Multicomponent Organic Pollutants in Dilute Aqueous Solution, *Environmental Technology*, 13-23.
- Klika, Z., Weissmannova, H., Capkova, P. And Pospisil, M., 2004. The rhodamin B intercalation of montmorillonite, *Journal of Colloid and Interface Science*, 275, 243-250.
- Leja, J., 1982. *Surface Chemistry Of Froth Flotation*. Plenum Press, New York.
- Nandi, B.K., A. Goswami and M.K. Purkait, 2009. Removal of cationic dyes from aqueous solutions by Kaolin: Kinetics and equilibrium studies. *Applied Clay Sci.*, 42: 583-590.
- Ogawa, M., Ishii, T., Miyamoto, N., Kuroda, K., 2003. Intercalation of a cationic azobenzene into montmorillonite, *Applied Clay Science*, 22, 179-185.
- Özcan, A., Ömerođlu, C., Erdođan, Y., Özcan, A. S., 2007. Modification of Bentonite with A Cationic Surfactant: An Adsorption Study of Textile Dye Reactive Blue 19, *Journal of Hazardous Materials*, 140, 173-179.
- Redlich, O. J., Peterson, D. L., 1959. A useful adsorption isotherm, *Journal of Physical Chemistry*, 63, 1024-1026.
- Rouliá, M. and Vassiliadis, A.A., 2005. Interaction between C.I. Basic Blue 41 and aluminosilicate sorbents, *Journal of Colloid and Interface Science*, 291, 37-44.
- Selvam, P.P., Preethi, S., Basakaralingam, P., Thinakaran, N., Sivasamy, A. and Sivanesan, S., 2008. Removal of rhodamin B from aqueous solution by adsorption onto sodium montmorillonite, *Journal of Hazardous Materials*, 155, 39-44.
- Sips, R., 1948. On the structure of a catalyst surface, *Journal of Chemical Physics*, 16 (5), 490-495.
- Somasundaran, P., Fuerstenau, D. W., 1966. Mechanisms of alkyl sulfonate adsorption at the alumina-water interface. *Journal of Physical Chemistry*, 70, 90-96.
- Toth, J., 1971. State equations of the solid gas interface layer, *Acta Chimica Hungary*, 69, 311-317.
- Wang, J. and Somasundaran, P., 2006. Mechanism of ethyl (hydroxyethyl) cellulose-solid interaction: Influence of hydrophobic modification, *Journal of Colloid and Interface Science*, 293, 322-332.
- Wypych, F., 2004. *Clay Surfaces, Fundamental and Applications* (Eds.: F. Wypych, K.G. Satyanarayana) *Chemical Modification of Clay Surfaces*, p.578.
- XU, S., Boyd, S. A., 1995. Cationic surfactant sorption to a vermiculitic subsoil via hydrophobic bonding, *Environmental Science & Technology*, 29, 312-320.
- Zaman, A., Tsuchiya, R., Moudgil, B. M., 2002. Adsorption of a low-molecular-weight polyacrylic acid on silica, alumina and montmorillonite, *Journal Colloid and Interface Science*, 256, 73-78.



Online Load Shifting of Electricity Production-Consumption for Reducing Environmental Hazard

Hüseyin Toros¹, Ramazan Ayaz^{2*}, Ali Ajder², Ali Durusu², Hayri Yıldırım³

¹ Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Meteorology, Maslak, 34469, İstanbul, Turkey, toros@itu.edu.tr

² Yıldız Technical University, Davutpasa Campus, Department of Electrical Engineering, 34220, İstanbul, Turkey ayaz@yildiz.edu.tr, aliajder@yildiz.edu.tr, adurusu@yildiz.edu.tr

³ Bosh Electrical Home Equipment, Maslak, İstanbul

(First received 2 December 2013 and in final form 16 June 2014)

Abstract

Demand of energy and environmental problem forcing us to take new solutions to reduce more energy production, consumption and also for the different solutions we have to put into practice. For devices that use electrical energy of the most important energy source. A result of increasing the area of use is also increasing demand for electrical energy. Electricity consumption and production variability over time, it is exactly the result of we could not planning of necessarily produced more electricity. Therefore, more efficient use of resources in the one which is also to produce as much electricity as needed. Electricity production is the main source of electricity production in thermal power plants, given the variability in consumption is not possible to be adjusted according to the technical. Because of the difficulty that consumers need to produce as much electricity as needed at times to guide the use of some of the electricity needs. For this, the country in general and with the need for regional electricity generation online to track and classify it as more than the consumption of electricity price increase lately. During hours when electricity demand is the same way, at least to reduce the price. In this study, eight different classifications are recommended. Instant electrical lines as a classification based on the signals sent over the electricity supply with power line and demand, consumers will be displayed with the digital display. Intelligent systems will be controlled by adjustable electric consuming devices. The new smart power devices will help to the consumers for using their electrical devices in cheap price intervals. In the same way by means of signals sent from the center of the current classification of smart electricity meters may be charged for electricity consumed. Environmental and economic benefit obtained by reducing differences between the excessive consumption and production.

Keywords: Electricity, price classification, load shifting, environment, climate change.

Çevre Tehlikesini Azaltmak için Online Elektrik Tüketim ve Üretim Yük Ayarlanması

Özet

Artan enerji talebi ve çevreye zararı yeni çözümler aranmasını ihtiyaç haline getirmektedir. Tüketim ve tüketimdeki düzensizlikler fazla elektrik üretimine yol açmaktadır. Elektrik enerjisi kullanım alanındaki artış dolayısıyla yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Zaman içerisinde elektrik tüketim ve üretimindeki salınımlar iyi bir planlamayı gerektirmektedir. Bu yüzden, enerji kaynaklarının verimli ve planlı kullanılması gerekmektedir. Elektrik üretiminin daha çok termik santrallerde yapılma çevre problemini de beraberinde getirmektedir. Termal elektrik üretim santrallerinde tüketime bağlı olarak üretimi ayarlamamanın zorluğu sebebiyle tüketimde ani tüketimlerin ayarlanması fazla üretimin azalmasına ve dolaylı olarak çevreye verilen zararın azalmasına katkı sağlayacaktır. Üretim ve tüketim arasındaki dengesizliği azaltmak amacıyla ulusal ve bölgesel olarak çözümler yapılabilir. Bu çalışmada üretim ve tüketim arasındaki dengesizliği azaltmak amacıyla hali hazırda kullanılan sistemden farklı bir yöntem önerilmektedir. Önerilen sistemde elektrik tüketimine bağlı olarak elektrik tüketim ücretlendirilmesi online olarak 8 farklı kategoride tüketiciye elektrik hatları üzerinden sunulacaktır. Elektrik kullanım yerlerinde göstergeler ve akıllı cihazlar kanalıyla tüketiciler elektriğin fiyatının ucuz olduğu saatlerde acil olmayan ihtiyaçlarını gidermeye teşvik edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik, ücret sınıflandırılması, yük kayması, çevre, iklim değişimi.

* Corresponding author: Ramazan Ayaz, ayaz@yildiz.edu.tr

1. Introductions

World population is increasing and urbanization is rapidly growing primarily as a result of industrialization and other offered opportunities. Global energy demand is set to rise dramatically and it increase energy prices. Generally, the excessive demand for electricity is increasing in development and developing countries for every year. In addition to population growth, electricity demand is also increasing depending on growing comfort requirements with have significant adverse effects on the environment, ranging from the global climate change impact to a variety of local impacts. Economic benefits and environmental awareness are most important advantages of sustainable development. Adverse impacts to ecological system are evident from the decreasing energy consumption or using energy efficiently. Electric consumption, as one major source of air pollution is very important for the human life Toros et al., 2013; Erçelebi and Toros, 2009)

Bilen et al. (2008) presents a review of the potential and utilization of the fossil fuels and the renewable energy sources. They emphasize that about 70% of the total worldwide primary energy used is lost throughout the energy supply chain, starting with the production and transport of energy all the way to its final consumption and there is increasing consensus in both the scientific and political communities that significant reductions in greenhouse gas (GHG) emissions are necessary to limit the magnitude and extent of climate change.

Energy demand is increasing in some countries more than other and one of them is Turkey where an increasing population and a rapid economic development are causing more energy consumption in parallel to its economic growth. The energy demand of Turkey is growing about 7% annually and one of the highest rates in the world so considerable attention has been focused on the energy resources and energy policies in Turkey. All other countries Turkey must come up the plan to reduces the share of fossil fuels, increases energy production, and changes the course of long-term energy plans into very effective and applicable solutions (Hacisalihoglu, 2008; Balat, 2008; Kilic and Kaya, 2007).

There are many techniques like efficiency of electrical equipment to reduce electricity production but one of them is regulation production and consumption of the electricity. Generally price classification is used for this purposes most of the electricity suppliers, (ASME, 2009). Power line communication can use for different aim due to an advance in

communication and modulation methodologies in adaptive digital signal processing and many techniques to modulate digital signals onto the power lines. The advanced in technology make signal modulation and error control coding happen to make power line communication possible, (Komine et al. 2003; Pavlidou et al. 2003; Lin et al., 2002; Yousuf, 2008, Auffhammer et al., 2008).

The goal of this study is regulation of electricity production consumption balance using classification of prices and sending this signal to consumer via electric power transmission. The system is suitable for a region or a country where there is a network for production and consumption of the electricity. It will take a time for practical use but the system very important to reducing of the damage of world ecology and the benefits of the system will contribute to a sustainable of the world.

2. Data and Methodology

There are more methods for regulating of production and consumption of electricity and the availability of each method may change region to region or country to country. This method is planning of regulation electricity production and consumption instantaneously by classification of electricity demand with timing of users' energy demand in order to use scarce energy resources most efficiently. In this method covers supply and demand of electricity production and consumption by classification from one to eight for given price advantage. This classification is made by the center of the national electricity production. To be classification historical electrical load of the national network country, one or more year's data will be used to see maximum, minimum and periodicity. A signal of classification will deliver to consumers via electric wires (Figure 1). Classifications can be seen by consumer with a visualization equipment instantaneously low fixed-charge tariff.

3. Result and Discussion

Reduction of megawatt-hours means into avoided approximately 7 metric tons of carbon dioxide emissions, (EPA, 2012). Electricity consumption is 241,974,000 MWh in 2012 (receipt at 18 Jan 2013 from <http://www.teias.gov.tr/yukdagitim/>). It can be seen from below that 16,938,180 tons CO2 can be reduced if only system is reduced 1 % of electricity consumption.

Estimating CO2 Emissions Reduction (tons CO2)= Total Electricity Consumption (MWh)* Reduce % in electricity consumption * CO2 Emissions (tons CO2)= 241 974

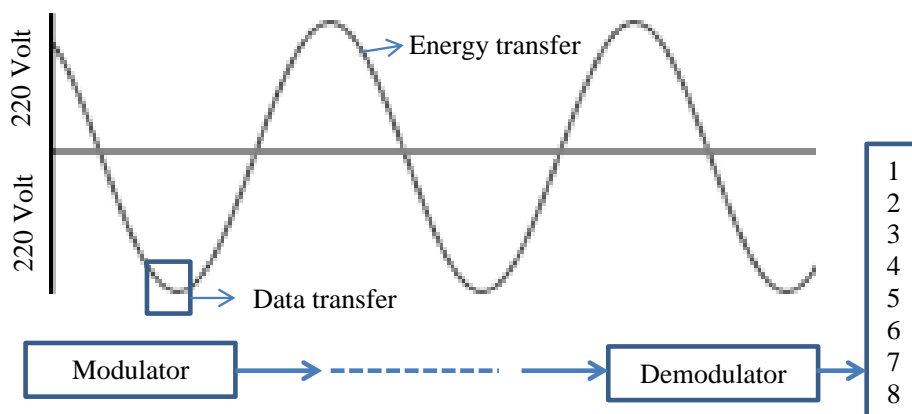


Figure 1. Sending the signal from supplier to the customer

000*0,01*7=16 938 180 tons CO2.

There is static system that three periods; day, peak, and night, according to the demand for regulation production and consumption of electricity in Turkey. Currently, the smart meters to consumers who wish to reduce this imbalance tariff is applied for up to 3. These tariffs are; day - (06:00 - 17:00), maximum (Peak) - (17:00 - 22:00), night - (22:00 - 06:00). Night rate tariff is the cheapest of them is about half the day (Figure 2). Evening hours is the maximum demand tariff is 4 times more expensive than the electricity price per night. This system is beautiful and attractive, but different systems are in place to put the balance of consumption. The fluctuations of electricity consumptions will be regulated with online electricity prices and in electricity demand affect electricity prices, the prices can change in real time. Electricity consumption fluctuations lead to a price projection for near future depends on history data due to real-time online price system. Private sector has also can be improve their electricity price system.

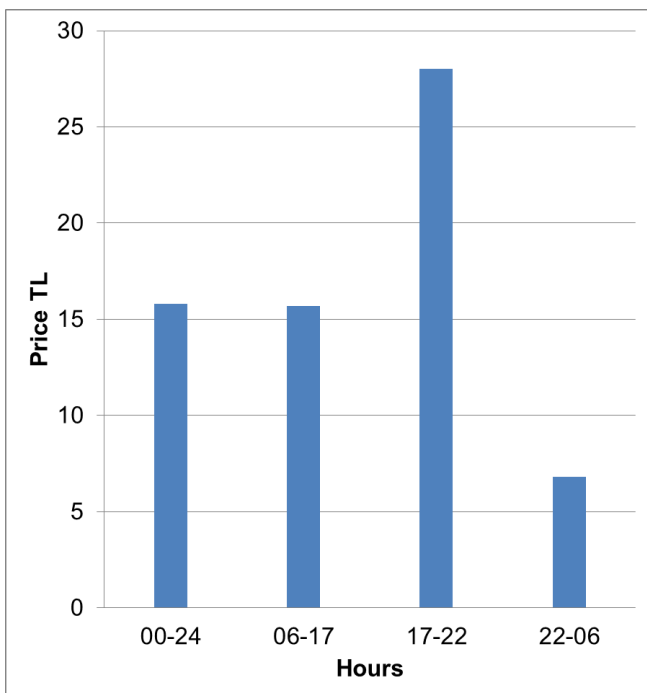


Figure 2. The price of electricity at April 2013 in Turkey

As seen Figure 3 daily electric consumption began to increase after 08 AM morning and began to decrease after 18 PM. Increase in electricity consumption in the evening last designed 3-stage price policy is not in line with the daily electricity consumption. We suggest users online price that policy would be minimize daily consumption

4. Conclusion

Main source of our energy today originated from fossil fuels. Excessive use of fossil resources, used largely due to the generation of electricity and heat, brings with it many environmental disasters for example global climate change. By the way increased energy requirements of tomorrow are a threat to fossil resources because it is limited. Increasing our needs increase energy demand and on top of it waste of energy incumbent on us for the elimination and prevention of waste. The burning of fossil fuels and deforestation main negative effect is to increase greenhouse gases in our atmosphere and a big problem of humanity is climate change. Reducing with more efficient use of energy worldwide must also be part of its solution. Central and local point of production and consumption balance of reclassifications made to reduce the excess production. Consumer can consume the electricity when the prices are low using smart power systems. Waste of resources is avoided. Most of the tools and equipment will produce as smart power controlling systems. Production and consumption of the electricity will be regulated automatically depending on the needs of the consumer. The cleanest energy is not waste of source. Interests of the citizens without any legal obligations with respect to time due to the optimum balance between electricity production and consumption will occur. Our system which is prefers online tracking of consumption and production of electricity and classifying it with demand.

This study will extendible with national plus regional controlling system and with intelligent systems. Intelligent systems will be controlled by adjustable electric consuming devices. The new smart power devices will help to the consumers for using their electrical devices in cheap price intervals. In the same way by means of signals sent from the center of the current classification of smart electricity meters

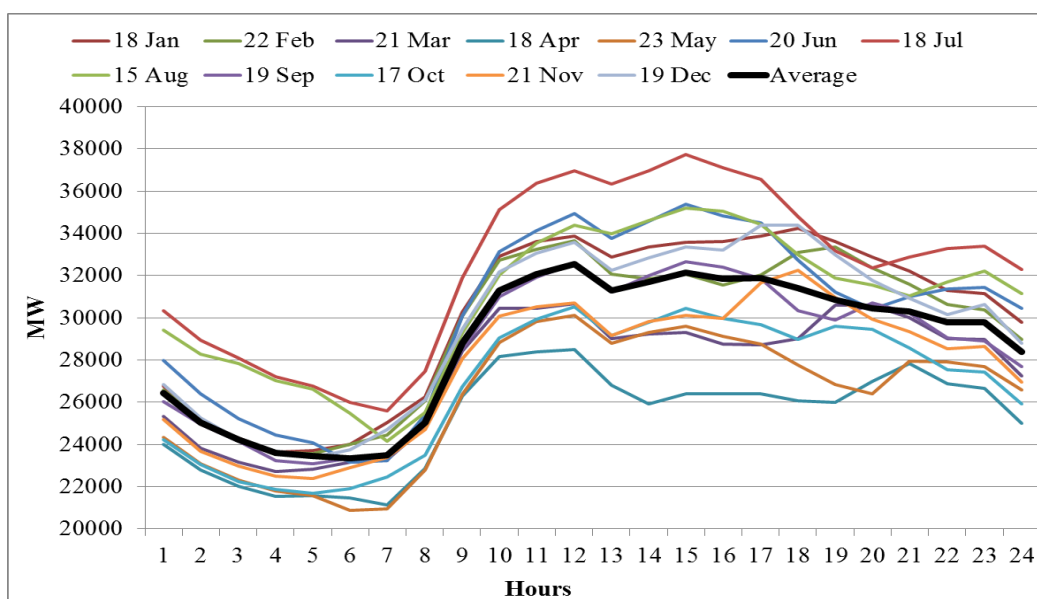


Figure 3. Daily electricity consumption variability for every 3rd week Wednesday on 2012 in Turkey

may be charged for electricity consumed.

References

- Albadi M. H., El-Saadany E.F., 2007. Demand Response in Electricity Markets: An Overview, Power Engineering Society General Meeting, 24-28 June 2007, IEEE.
- ASME, 2009. Reducing Carbon Dioxide Emissions, Technology and Policy Recommendations and Goals for in the Energy Sector, 1828 L Street NW, Suite 906, Washington, DC 20036-5104 U.S.A., pp 35.
- Auffhammer M., Blumstein C., Fowlie M., 2008. Demand-side Management and Energy Efficiency Revisited. *The Energy Journal*. ar): 29;3: 91-104.
- Balat, M., 2008. Energy consumption and economic growth in Turkey during the past two decades. *Energy Policy* 36, 118–127.
- Bilen K., Ozyurt O., Bakırcı K., Karşlı S., Erdogan S., Yılmaz M., Comaklı O., 2008. Energy production, consumption, and environmental pollution for sustainable development: A case study in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12:1529–1561.
- EPA, 2012. eGRID2012 Version 1.0, U.S. annual non-baseload CO₂ output emission rate, year 2009 data, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Ercelbi S.G. Toros H. 2009. Extreme Value Analysis of Istanbul Air Pollution Data. *CLEAN Soil Air Water* 37, 122-131.
- EUAS, 2010. EÜAŞ, Electricity Generation Company, 2010, Annual Report
- Hacisalihoglu B., 2008. Turkey's natural gas policy. *Energy Policy* 36 (2008) 1867–1872
<http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/FSKD.2009.487>
- <http://www.electripedia.info/consumers.asp>
- <http://www.jstor.org/stable/1056848?seq=9>
- Kilic F.C., Kaya D., 2007. Energy production, consumption, policies, and recent developments in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11:1312–1320.
- Komine T., Nakagawa M., 2003. Integrated System of White LED Visible-Light Communication and Power-Line Communication, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 49;1:71 – 79.
- Lin Y.J., Latchman H.A., Lee M., Katar S., 2002. A power line communication network infrastructure for the smart home. *IEEE Wireless Communications* 9;6:104-111.
- Pavlidou N., Han Vinck A.J., Yazdani J., Honary B., 2003. Power line communications: state of the art and future trends. *IEEE Communications Magazine* 41;4:34 – 40
- Toros H., Erdun H., Çapraz Ö., Özer B., Daylan E.B., Öztürk A.İ., 2013. Air Pollution and Quality Level in Metropolitan Turkey for Sustainable life, *European Journal of Science and Technology*, EJOSAT, 1, 12-18.
- Yousuf M.S., Rizvi S.Z., El-Shafei M., 2008. Power Line Communications: An Overview Part II. This paper appears in: *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications*, 3rd International Conference on Issue Date: 7-11 April 2008, ICTTA, 1-6.



Uluslararası Standartlarında İnşa Edilen Yapının Enerji Kimliğinin Belirlenmesi: Gaziantep Örneği

Gökhan Durmuş¹, Sadık Önal¹

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Beşevler, Ankara

(Dergiye gönderilme tarihi: 12 Nisan 2014, kabul tarihi 22 Haziran 2014)

Özet

Bu çalışmada, Avrupa Birliği normları esas alınarak Türkiye'nin güneydoğu bölgesinde (Gaziantep-Oğuzeli) inşa edilen kompleks bir binanın enerji performans kimliği araştırılmaktadır. Bu yapı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait BEP-TR (Bina Enerji Performansı) Programı kullanılarak enerji performans değeri ve enerji kimlik belgesi açısından değerlendirilmektedir. Ayrıca Türkiye'nin doğu, batı, iç ve Trakya bölgelerinde de aynı türden kompleks yapılar inşa edilecektir. Sonuçta, elde edilecek veriler karşılaştırılarak AB normlarında inşa edilen yapının enerji sertifikasyonu belirlenecektir.

Bu kapsamda, binalara ait proje verileri (bina geometrisi, ısıtma, aydınlatma, mekanik ve havalandırma teknik değerleri) BEP-TR Programı'na girilerek binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarı, binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanması ve yine binalara ait karbon salınımı tespit edilecektir.

Elde edilecek veriler sayesinde farklı bölgelerde inşa edilen yapıların enerji analizi açısından değerlendirilmesi, program sayesinde ortaya konan veriler sayesinde yapının tüm enerji, yakıt vb. giderlerinin ulusal bütçeden karşılanacağı göz önüne alındığında; maliyetin getirebileceği olası sıkıntıların ortaya çıkarabilmesi ve maliyetin azaltılabilmesi için ne gibi önlemler alınabileceği; inşa edilecek olan yapıların AB standartları esas alınarak tasarlandığı göz önüne alındığında ait olduğu enerji sınıfının belirlenmesi önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Binalarda Enerji Performansı, Bina Enerji Performansı Programı (BEP-TR), Enerji Kimlik Belgesi.

Built on International Standards Determination of the Energy Performance of Building: Example of Gaziantep

Abstract

In this study, the southeast of Turkey (Gaziantep-Oğuzeli) in the European Union standards of built the complex structure the levels of energy performance of the buildings thanks to Ministry of Environment and Urban Planning BEP-TR (Building Energy Performance) Program calculated what the impact of changes in the outcomes of regional sustainability may be examined.

In this context, the project data of buildings (the values of technical building geometry, heating, lighting, mechanic and ventilating and BEP-TR (Building Energy Performance) Program, entering buildings, the amount of net energy for heating and cooling needs of the buildings, taking into account the effects of sunlight, daylight and sunlight are not effective while untapped for the areas of lighting energy demand and consumption of carbon emissions buildings shall be determined by calculation and again. With the data obtained from the evaluation of the sustainability of the structures built in different regions, all the energy of the structure of programs, etc. The data obtained through. Given the costs will be met from the national budget will bring you to reduce the burden and cost of what measures could be taken to be, intended to be built on the basis of EU standards, given the structures of the energy that will be important to determine the class.

Key Words: Building Energy Performance, Building Energy Certification (BEP-TR), Energy Identification Document.

1. Giriş

Ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada meydana gelen ve hızla artan nüfus artışının yanı sıra gelişen teknoloji, kullanıcının artan istek ve gereksinimleri de enerji gereksinimini arttırmaktadır. İnsanoğlunun kullanmak zorunda olduğu enerji ihtiyacının da paralel olarak artmasına neden

olmaktadır. Dolayısıyla üretilen enerjinin büyük bir kısmı yaşadığımız konutlarda, iş yerlerinde ve ortak yaşam alanlarında harcadığımız bilinmektedir. Özellikle dünya nüfusunun hızla artışının getirdiği enerji harcaması enerji sıkıntısının ortaya çıkacağı kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Öte yandan 1970li yıllardan günümüze artan çevre sorunları, fosil yakıtların tükenebilir ve çevre dostu

olmadığı gerçeği insanları doğal, çevreci, yenilenebilir enerji kaynakları kullanmaya zorlamaktadır.

Enerjiyi daha etkili nasıl kullanılabilir ve enerji tasarrufu nasıl sağlanabilir sorularına cevap bulmak adına bilim insanları çalışmalar yürütmektedirler. Bu alanda yapılan çalışmalarda; kompleks binaların enerji performans seviyelerini hesaplamada basit saatlik hesaplama metodu ve detaylı dinamik hesaplama metodunun etkinliklerini incelemişlerdir. Kompleks binalar söz konusu olduğunda, bina zonlarının ısı davranışlarında etkili iç kazançlar açısından en yüksek değerlere sahip zonlar bulunabileceğinden, enerji performansları problem teşkil eden sağlık binaları üzerine inceleme yapılmıştır (Atmaca ve ark., 2011).

Şener F. ve ark.; bu çalışma kapsamında EN 15193 Binalarda Enerji Performansı, Aydınlatma Enerjisi Gereklerini Standardı temel alınarak Türkiye için geliştirilmiş olan BEP-TR metodolojisi kısaca tanıtarak yöreye ilişkin verilerin hesaplamadaki rolü ve sonuçlara etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışma kapsamında Türkiye'nin farklı iklimsel karakteristiklerini temsil eden beş pilot şehir seçilerek, örnek bir ofise ait kat planının aydınlatma enerjisi performansı değerleri ve aydınlatma enerjisi sınıfı BEP-TR hesap metodolojisi uyarınca hesaplanmış, elde edilen sonuçlar tartışılmıştır Şener F. ve ark. (2011).

Ramesha T. ve ark.; çalışmalarında binaların yaşam döngüsü enerji analizleriyle ilgili, 13 ülke arasında 73 olaydan oluşan eleştirel bir yorum sunmuşlardır. Çalışma konut ve ofis binaları içerir. Sonuçlar enerji kullanımının işletme (% 80-90) ve somutlaşan (% 10-20) aşamalarının, binanın yaşam döngüsü enerji talebine önemli katkılarda olduğu belirtilmiştir. Geleneksel konut yaşam döngüsü enerji (birincil) gereksinimi yılda 150-400 kWh/m² aralığında iken bu değer ofis binalarında ise yılda 250-550 kWh/m² aralığında olduğu tespit edilmiştir Ramesha T. ve ark. (2010).

Eskin N.; bu çalışmada, farklı ortam koşulları ve bina özelliklerinin, binaların yıllık enerji yükleri üzerindeki etkisi irdelemiştir. Geliştirilen bir simülasyon programı vasıtasıyla yapılan inceleme sonucunda, bina özelliklerinin, bina konumunun, binanın bulunduğu iklim bölgesinin, yıllık ısıtma ve soğutma yükleri enerji sarfiyatı üzerindeki etkisi ve sonuçlar her iklim bölgesi için ayrı ayrı sunulmuştur Eskin N. (2011).

F.J. Velasco ve F. Varela, çalışmalarında AB düzeyinde hayata geçen bina enerji mevzuatları ve direktifleri hakkında bilgi verilmiştir. Bu direktiflerin özellikle CO₂ emisyonunu azaltılması ve enerji tasarrufunun mümkün olan en yüksek düzeyde sağlanması için yapılması gerekenler açıklanmıştır. Özellikle çalışmada binaların enerji sertifikasyonu uygulanmasını sağlayan Bina Enerji Analizi adı verilen yeni bir yöntem önerilmiştir F.J. Velasco ve F. Varela (2007).

Lam J.; çalışmasında genel termal transfer değeri kavramının, DOE-2 bilgisayar simülasyonları ile diğer önemli yapı tasarım parametreleri ile ilişkilendirilerek uzatıldığını belirterek, Hong Kong'ta 1975 ile 1995 yılları arasında tamamlanan 146 ticari binanın mimari tasarımları ve inşaat uygulamaları üzerinde uygulamıştır. Bu bilgilerin, bilgisayar analizi kullanan genel bir ofis binasının geliştirilmesi için temel oluşturabileceği belirtilmiştir. Yapı kabuğu, iç tasarım koşulları, iç yükler ve ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) ana tasarım unsuru dikkate alınmıştır. Ticari sektördeki enerji

kullanımında, bu enerji verimliliği önerileri tartışılmıştır Lam J. (2000).

Aykal D. ve ark., çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirildiği, enerji mimarlığı ilkelerinin yapı tasarımında kullanılmasının gerek enerji verimliliğindeki, gerekse de sürdürülebilir çevreler oluşturmadaki önemi ifade edilmiştir. bu sebeple Diyarbakır'da AB Projesi kapsamında Büyükşehir Belediyesi öncülüğünde Dicle Üniversitesi ve çeşitli sivil toplum kuruluşlarının işbirliği ile "Diyarbakır Güneş Evi Eğitim ve Uygulama Parkı" inşa edilmiştir Aykal D. ve ark. (2009).

Doğadaki enerji kaynakları ya insanlar tarafından direkt alınarak ya da insanoğlunun geliştirmiş olduğu teknolojik sistemler sayesinde olmaktadır. Ancak doğadan direkt olarak alınan yakıtlar (fosil yakıtlar vb.) hızla tükenmekte, bu da insanları yeni enerji kaynakları bulmaya (Güneş, rüzgar vb.) veya mevcut enerjiyi mümkün olduğunca israf etmeden en az düzeyde kullanmayı gerektirmektedir.

Bu alanda da; Al-Homoud M. S., çalışmasında enerji tüketiminin hızla arttığı günümüzde, özellikle binaların daha tasarım sürecinde konumu, yapısı gibi enerji tasarrufunu ya da enerji israfını artırıcı etkenleri dikkate alabilecek bilgisayar simülasyon programlarının önemi belirtilmiştir. Binaların daha tasarım sürecinde yapılacak bir enerji simülasyon analizinin alternatif yapı stratejilerinin gelişmesine, termal performansının artırılmasına ve böylece enerji tüketiminin azalacağına vurgu yapılmıştır. Ayrıca çalışmada en yaygın yapı enerji analiz teknikleri ve binaların enerji simülasyon ve optimizasyon bilgisayar teknolojisinin potansiyel uygulamaları gözden geçirilmiştir Al-Homoud M. S. (2001).

Avrupa Birliği (AB), enerji verimliliğine ilişkin 2002 yılında amacı, dış iklim/yerel koşullarının, iç iklim gereksinimlerinin maliyet etkinliğini göz önünde bulundurularak binalarda enerji performanslarının geliştirilmesi olan 2002/91/EC sayılı Binaların Enerji Performansı Direktifi; 2005 yılında enerji verimliliğinin geliştirilmesi yönünde karşılaşılan engellerin belirtilmesi ve problemlerin çözümü doğrultusunda Enerji Verimliliği Yeşil Kitabı yayınlamış ve 2006 yılında ise binaların enerji verimliliği açısından önemli olduğunu belirtir Enerji Verimliliği Aksiyon Planı hazırlamıştır.

Ülkemiz Kyoto Protokolü'ne imza atan bir ülke olarak, enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturan binaların enerji kullanımını düşüren ve binalarda enerji performansını belgelendirmeyi zorunlu kılan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ni Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı) tarafından 2008 yılında yayınlamıştır. Bu yönetmeliğin öngördüğü binalarda enerji kimlik belgesi vermek için kullanılacak olan hesap yöntemi olan BEP-TR Programı 2009 yılında tamamlanmıştır. Bu program 5 Aralık 2008 tarihinde yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, yeni ve 1000 m²'den büyük mevcut binaların Enerji Kimlik Belgesi almasını yasal olarak zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede inşa edilen Kabul ve Barınma Merkezleri yukarıda açıklanan direktif ve kanunlar esas alınarak gerekli planlamalar yapılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı resmi sitesi (2013)

2. Materyal ve Metot

AB uyum çalışmaları kapsamında hazırlanan Türkiye'nin İltica ve Göç Ulusal Eylem Planı uyarınca, İçişleri Bakanlığınca (Emniyet Genel Müdürlüğü) 2007-2013 tarihleri

arasında öncelikle Türkiye'nin Doğu bölgelerinde, daha sonra ise iç bölgelerde Sığınmacı Kabul, Tarama ve Barınma Merkezleri ile Mülteci Misafirhanelerinin tesis edilerek faaliyete geçirilmesi ve yasa dışı göçmenlerin hem insani gereksinimlerinin karşılanması, hem de dönüşlerinin sağlanabilmesi için geçici olarak barındırılacakları geri gönderme merkezlerinin kurulması öngörülmüştür.

Bu çalışmada AB hibe destekli ve AB standartlarında Gaziantep ili Oğuzeli ilçesinde inşa edilen toplam 18.000 m²

inşaat alanına sahip Kabul, Tarama ve Barınma Merkezi'nin mülteci yatakhaneleri, çamaşırhane ve yemekhane bölümlerini içerir (A-Blok) toplam 942 m² inşaat alanlı kısmının bina enerji performansı değerlendirilmiştir.

Makale çalışmamızda Gaziantep Kabul ve Barınma Merkezi örnek olarak kabul edilmiştir. Bu barınma merkezinin mekan isimleri ve alanları özellikleri, -2 ve -1 kat bodrum kat için: Tablo 1, zemin ve birinci kat için: Tablo 2, ikinci ve üçüncü kat için: Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 1. Kabul ve barınma merkezinin bodrum kat planındaki mekanlar ve alanları

Gaziantep (Oğuzeli) Kabul ve Barınma Merkezi Bağımsız Bölümler					
(-2) Bodrum Kat			(-1) Bodrum Kat		
1	Elektrik Odası	50,715m ²	1	Asansör 1	5,94m ²
2	Çamaşırhane	135,24m ²	2	Yüksek Güvenlikli Oda 1	143,04m ²
3	Gıda Deposu	168,245m ²	3	Yüksek Güvenlikli Oda 2	120,33m ²
4	Yangın Merdiveni	24,95m ²	4	Yüksek Güvenlikli Oda 3	120,33m ²
5	Asansör 1	5,94m ²	5	Merdiven	30,555m ²
6	Kazan Dairesi	213,65m ²	6	Asansör 2	29,61m ²
7	Depo	153,72m ²	7	Elektrik Odası	53,235m ²
8	Merdiven	31,03m ²	8	Yüksek Güvenlikli Oda 4	106,47m ²
9	Asansör 2	26,62m ²	9	Yüksek Güvenlikli Oda 5	106,47m ²
			10	WC + Lavabo	105,625m ²
			11	Yangın Merdiveni	26,195m ²
Toplam		942,00 m ²	Toplam		942,00 m ²

Tablo 2. Kabul ve barınma merkezinin zemin ve birinci kat planındaki mekanlar ve alanları

Zemin Kat			Birinci Kat		
1	Asansör 1	5,94m ²	1	Asansör 1	5,94m ²
2	Bulaşıkxhane	62,82m ²	2	Bekar Bayan Odası 1	143,04m ²
3	Yemekhane	504,00m ²	3	Bekar Bayan Odası 2	120,33m ²
4	Kantin	62,90m ²	4	Bekar Bayan Odası 3	120,33m ²
5	Asansör 2	16,065m ²	5	Merdiven 1	31,0275m ²
6	Merdiven 1	31,0275m ²	6	Asansör 2	29,1375m ²
7	Hol 1	65,78m ²	7	Hol	94,20m ²
8	Lavabo	67,62m ²	8	Merdiven 2	53,235m ²
9	Merdiven 2	50,71m ²	9	Bekar Bayan Odası 4	106,47m ²
10	Yemekhane Hazırlık Odası	33,00m ²	10	Bekar Bayan Odası 5	106,47m ²
11	Yangın Merdiveni	24,95m ²	11	Bekar Bayan Odası 6	105,625m ²
12	Hol 2	17,28m ²	12	Yangın Merdiveni	26,195m ²
Toplam		942,00 m ²	Toplam		942,00 m ²

Tablo 3. Kabul ve barınma merkezinin ikinci ve üçüncü kat planındaki mekanlar ve alanları

İkinci Kat			Üçüncü Kat		
1	Asansör 1	5,94m ²	1	Asansör 1	5,94m ²
2	Bekar Bayan Odası 1	143,04m ²	2	Bekar Bayan Odası 1	143,04m ²
3	Bekar Bayan Odası 2	120,33m ²	3	Bekar Bayan Odası 2	120,33m ²
4	Bekar Bayan Odası 3	120,33m ²	4	Bekar Bayan Odası 3	120,33m ²
5	Merdiven 1	31,0275m ²	5	Merdiven 1	31,0275m ²
6	Asansör 2	29,1375m ²	6	Asansör 2	29,1375m ²
7	Hol	94,20m ²	7	Hol	94,20m ²
8	Merdiven 2	53,235m ²	8	Merdiven 2	53,235m ²
9	Bekar Bayan Odası 4	106,47m ²	9	Bekar Bayan Odası 4	106,47m ²
10	Bekar Bayan Odası 5	106,47m ²	10	Bekar Bayan Odası 5	106,47m ²
11	Bekar Bayan Odası 6	105,625m ²	11	Bekar Bayan Odası 6	105,625m ²

12	Yangın Merdiveni	26,195m ²	12	Yangın Merdiveni	26,195m ²
	Toplam	942,00 m ²		Toplam	942,00 m ²

Tablo 4. Kabul ve barınma merkezi yaşayan kişi (Emniyet Genel Müdürlüğü, 2010).

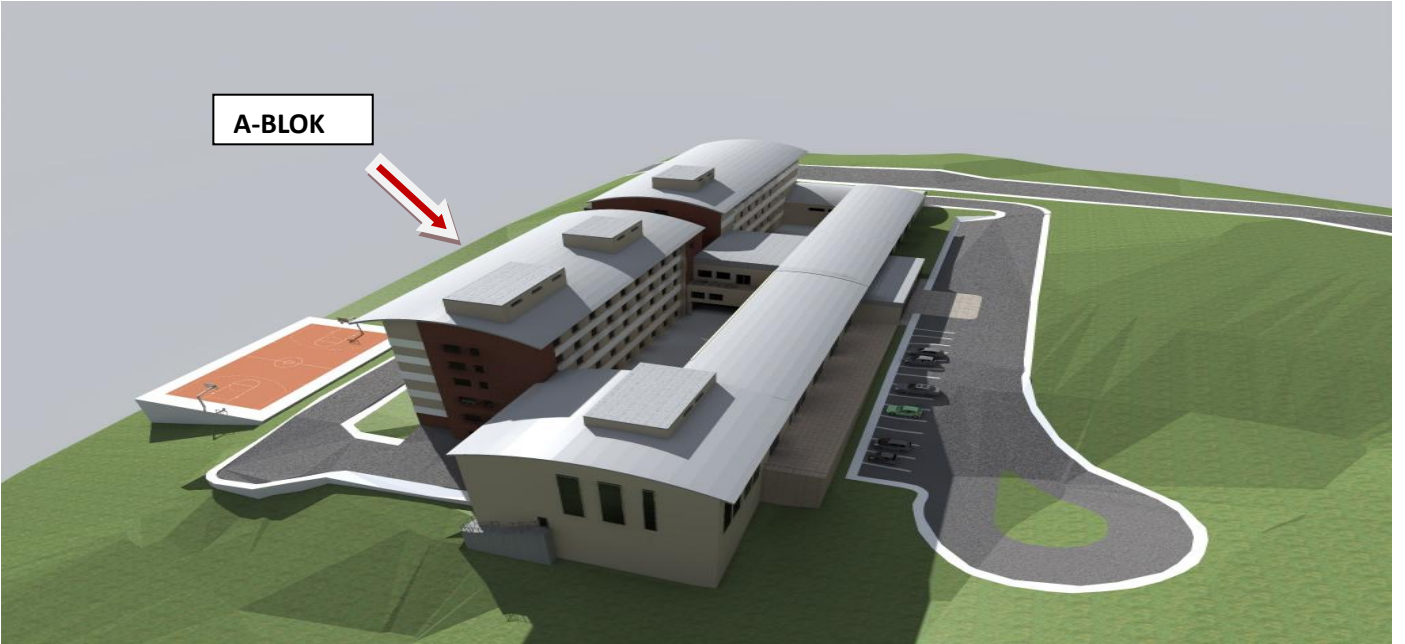
Gaziantep Kabul Merkezi Konaklayan Kişi Sayıları	
Bağımsız Bölüm Adı	Kişi Sayısı
Yüksek Güvenlikli Aile Odası	24
Yüksek Güvenlikli Erkek Odası	48
Bekar Erkek Odaları	48
Özel İlgi Gerektirenler	96
Bekar Bayan Odaları	6
TOPLAM	222

Söz konusu merkezin henüz tasarım aşamasında Tablo 5'te de görüldüğü gibi iklimsel ve bölgesel tüm verileri göz önünde bulundurularak her türlü planlaması bu verilere göre yapılmıştır.

Tablo 5. Gaziantep Oğuzeli'nde inşa edilecek kabul ve barınma merkezine ait bölgesel veriler

Van	Gaziantep-Oğuzeli Bölgesel Veriler					
	Enlem	Boylam	Rakım	Kış sıcaklık	Yaz sıcaklık	Günlük Ort.
	36°57' K	37°29' D	674 m	14,4°C	35°C	10°C

Çalışmada örnek kabul edilen kabul ve barınma merkezine ait bilgisayar ortamındaki görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kabul, tarama ve barınma merkezi 3 boyutlu görünüşü



Resim 1. Gaziantep kabul, tarama ve barınma merkezi inşaat şantiyesi görünüşü

BEP-TR programına binanın gerekli olan tüm geometrik ve mekanik bilgileri girilerek elde edilen tüm veriler Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kabul ve barınma merkezi a-blok döşeme ve duvar yapı elemanları

Gaziantep Kabul ve Barınma Merkezi Döşeme ve Duvar Malzemeleri					
	Duvar Malzemeleri	Kalınlık		Döşeme Malzemeleri	Kalınlık
1	İç Sıva Plastik Boya	0,01 cm	1	PVC Zemin Kaplama	0,02 cm
2	BİMS Blok	19 cm	2	Şap	0,02 cm
3	Düz Sıva	0,02 cm	3	Tesviye Betonu	0,02 cm
4	XPS Yapıştırma Harcı	0,01 cm	4	Betonarme Döşeme	10 cm
5	Özel Kanallı XPS Isı Yalıtım Levha	0,02 cm	5	Alçı Pano ve Metal Asma Tavan	0,03 cm
6	Press Tuğla Yapıştırıcı	0,01 cm			
7	Tuğla Cephe Kaplama	0,03 cm			

2.1. Binalarda Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi (BEP-TR)

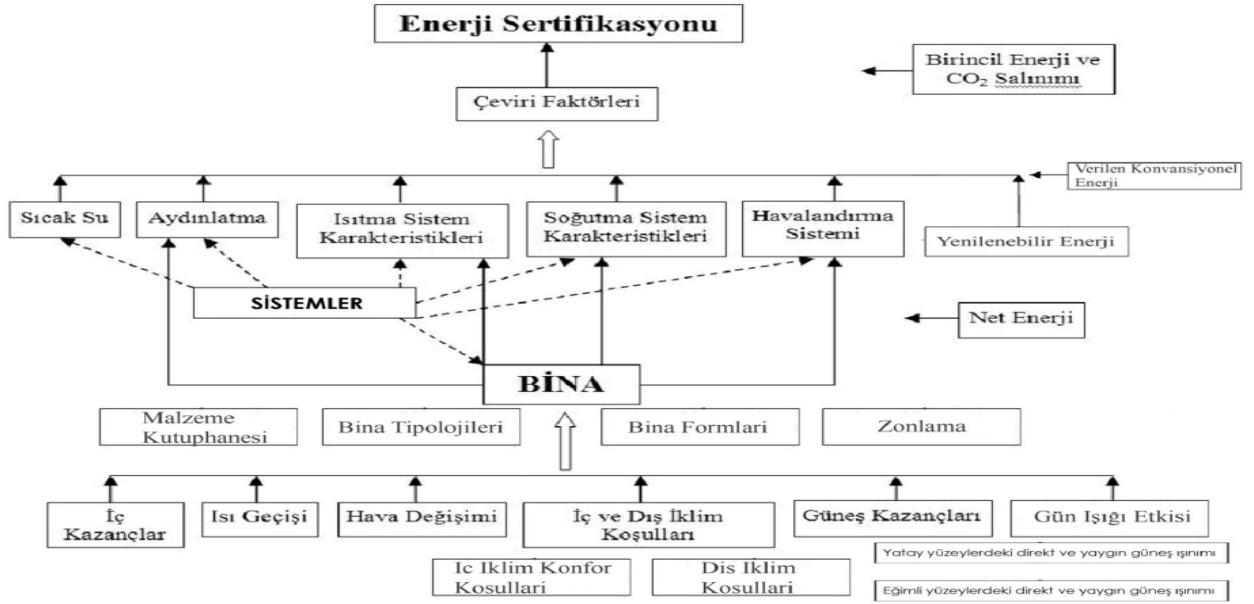
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu bu program (BEP-TR) web tabanlı bir programdır. Bu program, 1000 m²'den büyük yapılar için Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğini içermektedir. Binanın, m² başına düşen yıllık enerji tüketimi, CO₂ salınımı, elde edilen değerlerin referans bir binanınki ile kıyaslanması ve A-G arası bir enerji sınıfına yerleştirilmesi işlemlerini yapmaktadır. Bu program ayrıca, Binaların enerji performansı hesaplama yöntemini kullanarak (BEP-HY), enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin, binaların enerji verimliliğine etkisini ve enerji performans sınıfını belirlemek için kullanılmaktadır.

BEP-TR ve BEP-HY programlarında konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller ile alışveriş ve ticaret merkezleri gibi bina tipolojilerindeki mevcut ve yeni binaların enerji performansını değerlendirmelerinde kolaylık sağlar. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2013).

2.2. Net Enerji Girdileri

Havalandırma, aydınlatma, ısıtma ve soğutma net enerji ihtiyacı hesaplama yöntemi için gerekli olan başlıca girdiler, iklim verileri, bina geometrisi, binanın havalandırma ve ısı özellikleri, bina malzemelerinin ve bina bileşenlerinin tanımı, bina fonksiyonuna bağlı iç konfor şartları (sıcaklık ve nem değerleri, havalandırma miktarı), bina tipolojisine bağlı zonlama yöntemleri ve zon bilgileridir.

Binanın enerji analizinin ortaya çıkartılabilmesi için gerekli olan bu bilgiler verileri sisteme giriş yapacak kullanıcı tarafından binanın proje ve bölgesel lokasyonuna ait tüm bilgileri analiz edilerek hazır hale getirilmektedir. Bu bilgiler, projeye ait mimari, statik, mekanik ve elektrik dosyaları incelenerek ilgili mühendis tarafından proje hesaplamaları sonucu oluşan teknik bilgilerdir. Örneğin sistem için gerekli olan bina geometrisi ve bina bileşenleri, mimari projeden ve binaya ait tefrişat listesinden belirlenerek ihtiyaç duyulan bilgiler sisteme girilir. Bu sayede bina bilgileri enerji sınıflandırması amacıyla programa tanıtılmış olur (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013). İşlem şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 Bina enerji performansı hesaplama yöntemi şeması (BEP-TR) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013)

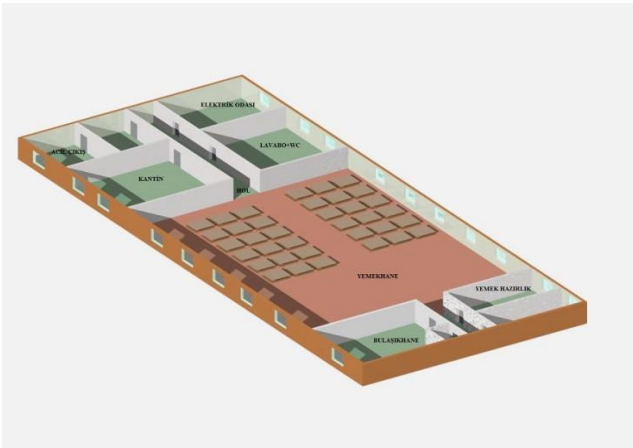
3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışmada projeye ait veriler BEP-TR (Bina Enerji Performansı) Programı'na girilerek binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarı, binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanması ve yine binaya ait karbon salınımı tespit edilerek sürdürülebilirlik açısından gerekli yorumlar yapılmıştır.

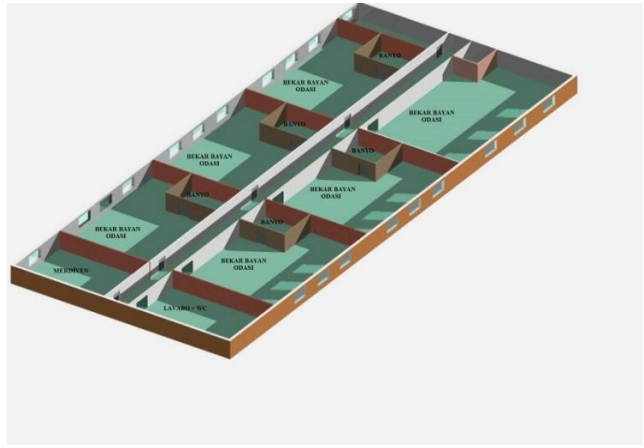
Binanın enerji kimliğinin ortaya çıkarılması için programa iki senaryo şeklinde tanımlama yapılmıştır. BEP-TR

Programı'ndan binaların enerji analizini elde edebilmek için bina iç bağımsız bölümleri zonlara ayrılarak sonuç alınabilmektedir. Bu sayede enerji kimliği için sonuçlar elde edilerek enerji kimlik belgesi ortaya çıkmaktadır.

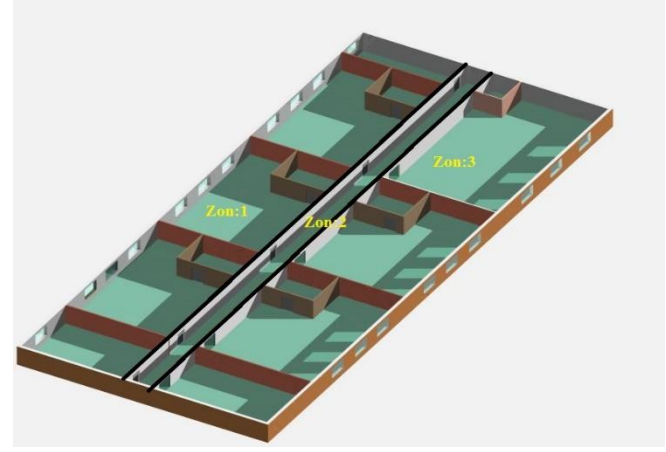
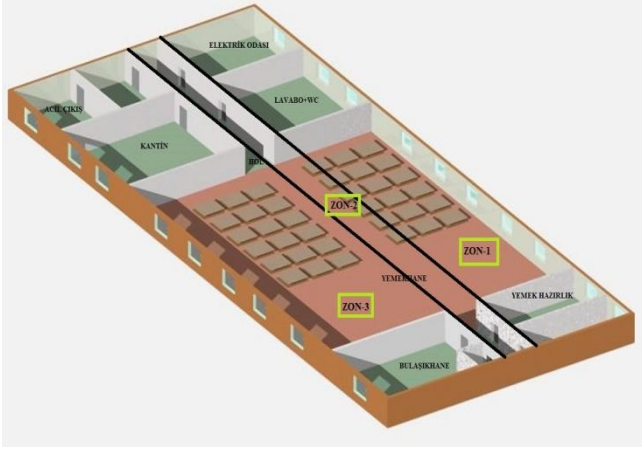
Çalışmada Gaziantep Kabul Merkezi'ne ait bina formu öncelikle Şekil 3 ve Şekil 4'te görüldüğü gibi tek zon olarak programa tanımlanmıştır. Daha sonra diğer senaryo olan Şekil 5'te görüldüğü üzere üç ayrı zona ayrılarak sonuçlar alınmıştır. Bu sayede binaya ait enerji kimliği iki şekilde de belirlenebilmiştir.



Şekil 3 A-blok yemekhane kat planı örneği (tek zonlu)



Şekil 4 A-blok normal kat planı örneği (tek zonlu)



Şekil 5 A-blok yemekhane kat planı örneği (üç zonlu)

Şekil 4 A-blok normal kat planı örneği (üç zonlu)

3.1. Bina Enerji Performans Programı Sonuçlar

Öncelikle BEP-TR programına tek zonlu olarak planlanan, binaya ait tüm geometrik ve mekanik bilgileri (mimari, statik, mekanik, ısıtma, havalandırma ve aydınlatma verileri) programa tanımlandığı şekliyle girildikten sonra, ortaya çıkan ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma

sistemlerine ilaveten Sera gazı emisyonu değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 7 ile gösterilmiştir. Şekil 5'te görüldüğü gibi bina formuna ait bağımsız bölümler üç zona ayrılmıştır. Zonlar altında bulunan bağımsız bölümler ait oldukları zonlar altında bağımsız bölümler olarak programa girilmiştir.

Tablo 7. Gaziantep kabul merkezi a blok enerji kimlik belgesi verileri (tek zonlu)

Veriler/Bulgular	Nihai Tüketim (kWh/yıl)	Birincil Tüketim (kWh/yıl)	m ² Başına Tüketim	Sınıf
Isıtma Sistemi	7.160.304,80	7.160.304,80	1.727,44	C
Sıcak Su sistemi	14.789.471,60	14.789.471,60	3.567,99	C
Soğutma Sistemi	1.147.638,89	2.708.427,78	276,87	C
Havalandırma Sistemi	18.019,99	42.527,17	4,35	D
Aydınlatma Sistemi	163.072,91	384.852,08	39,34	B
Sera Gazı Emisyonu (CO ₂)			493,91	C
Toplam	33.196.267,09	34.685.864,27	5.873,37	C

Tablo 7'de yer alan değerlendirme sonucunda Isıtma: C, Sıcak Su: C, soğutma: C, havalandırma: D, Aydınlatma: B ve sera gazı emisyonunda: C çıktığı gözlemlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak bina enerji sınıfının kabul edilebilir bir değer olan C sınıfı çıktığı bulunmuştur.

Ancak havalandırma sisteminin toplam bazda D sınıfı çıkması söz konusu bina enerji değerlendirmesi için kabul edilebilir bir sonuç değildir. Ayrıca, binaya ait havalandırma ve ısıtma sistemlerinin direk olarak BEP-TR Programı

kütüphanesinde yer alan sistemle uyuşmaması, bu sonucun çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı bina formu için bu kez üç zonlu olarak Şekil 5'te görüldüğü şekilde bölümlere ayrılarak programa sayısal verileri girilmiştir. Bu uygulama sayesinde ayrıca bina formunun zonlara ayrılmasında ortaya çıkan enerji performanslarının farklılıkları tespit edilmiştir. Üç zonlu olarak elde edile bina enerji performans değerleri aşağıda gösterilen Tablo 8'de belirtilmiştir.

Tablo 8. Gaziantep kabul merkezi a blok enerji kimlik belgesi verileri (üç zonlu)

Veriler/Bulgular	Nihai Tüketim (kWh/yıl)	Birincil Tüketim (kWh/yıl)	m ² Başına Tüketim	Sınıf
Isıtma Sistemi	10.377.509,69	10.377.509,69	1.727,44	C
Sıcak Su sistemi	14.789.471,60	14.789.471,60	3.567,99	C
Soğutma Sistemi	778.177,99	1.836.500,05	187,74	A
Havalandırma Sistemi	27.266,41	64.348,74	6,58	D
Aydınlatma Sistemi	163.619,38	386.141,73	39,47	B
Sera Gazı Emisyonu (CO ₂)			1.210,48	C
Toplam	26.136.045,07	27.453.971,81	6.305,38	C

Tablo 8’de yer alan sonuçlarda Isıtma: C, Sıcak Su: C, soğutma: A, havalandırma: D, Aydınlatma: B ve sera gazı emisyonunda: C çıktığı gözlemlenmiştir. Bu değerlerin ortalaması alınarak bina enerji sınıfının kabul edilebilir bir değer olan C Sınıfı çıktığı bulunmuştur.

Binanın tek zonlu senaryosundan farklı olarak üç zonlu senaryoda soğutma sistemi sonucunda bir iyileşme olduğu, diğer sonuçlarda ise herhangi bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir.

Havalandırma sisteminin Tablo 7’de gösterilen tek zonlu sonuçlarda olduğu gibi D Sınıfı çıkmıştır. Bu sonuç bina enerji değerlendirmesi için kabul edilebilir bir sonuç değildir. Ayrıca, bu sonuç için de binaya ait havalandırma ve ısıtma sistemlerinin direk olarak BEP-TR Programı kütüphanesinde yer alan sistemle uyuşmaması, bu sonucun çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Genel olarak sonuçlara bakıldığında Kabul merkezi A blok için enerji analiz sonucu olan C sınıfı, istenen standartlara sahip olarak değerlendirilmektedir. Ancak sisteme tanıtılması gerekli olan bina sistemlerinin ve bina geometrisinin BEP-TR programında yer alan geometri ve sistemlere en yakın değerler olarak alınması sonuçları olumlu ya da olumsuz olarak etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Bu alanda; Atmaca M. ve ark.; çalışmaları kapsamında, nihai enerji tüketimi konut dışı hizmet binaları arasında en yüksek olan ve ısı gereksinimleri birbirinden çok farklı birden fazla fonksiyonel mekandan oluşan otel binalarının enerji

şekillere benzetilerek sonuç alınmasının ortaya çıkan değerlere olumlu ya da olumsuz katkısının ne olabileceği hususunda tereddütler oluşmaktadır.

Söz konusu merkezi performans değerlendirmesi sırasında, merkezin kompleks bir yapısı olduğu için yapıyı bütüncül olarak değil, bloklar halinde kısımlara ayırarak enerji analiz değerlendirilmesi yapılmıştır. Burada yine programda daha önceden tanımlanan bina geometrilerinin merkez projesine uymamasından kaynaklı olarak elde edilen sonuçlarda ne gibi bir etki yapacağı yönünde değerlendirme olanağını kısıtlamaktadır.

Ayrıca yine yapılan analiz değerlendirmesi sırasında sistemin geometrik olarak binanın tam olarak yapısına göre değil de dikdörtgen, kare, U veya H biçimi geometrik şekillere benzetilerek sisteme kayıt edilebildiği görülmüştür. Bu durum da hem kullanıcıya zaman harcatmakta hem de bina geometrisinde değişiklik olduğu için çıkan sonuçların güvenilirliği konusunu gündeme getirmektedir. Yine merkezin ayrı ayrı bloklar olarak sisteme girilerek değerlendirilmesinin merkez için ortak bir enerji sonucunun çıkması ya da çıkmaması konusunda belirsizlikler içereceği düşünülmektedir. Bu yüzden önceki yapılan çalışmalar da dikkate alınarak merkezi belirli bölgelerinin (Mülteci Yatakhane, Yönetim Bloğu, Sağlık Ünitesi vb.) enerji analizinin yapılmasının daha uygun olacağı değerlendirilmektedir.

BEP programında yer alan bina yapımında kullanılan bazı yapı malzemelerinin birebir olarak yer almadığı bu yüzden de sonuç almak için yakın malzemelerin kullanıldığı görülmüştür. Bunun da sonuca etki etmiş olabileceği değerlendirilmektedir.

BEP programında yer alan bina yapımında kullanılan bazı yapı malzemelerinin birebir olarak yer almadığı bu yüzden de sonuç almak için yakın malzemelerin kullanıldığı görülmüştür. Bunun da sonuca etki etmiş olabileceği değerlendirilmektedir.

performansı, ülkemiz için geliştirilmiş ulusal hesap modeli olan (BEP-TR) ve detaylı dinamik analizler yapabilen simülasyon araçlarıyla enerji ihtiyaçları hesaplanarak karşılaştırmışlardır. Bir örnek üzerinden yapılan bu karşılaştırma otel binalarının enerji performansının basitleştirilmiş bina enerji performansı hesap yöntemi BEP-TR ile belirlenmesi durumunda karşılaşılabilecek sorunları ortaya koymaktadır.

4. Sonuçlar

Gaziantep kabul tarama ve barınma merkezi binası için bina enerji performansı programı (BEP-TR) ile yapılan enerji analiz ve sınıflandırılması sonucunda elde edilen veriler ve çalışma sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

Öncelikle kabul merkezinin A-Bloğu için enerji performans değerlendirmesi neticesinde binanın enerji sınıfının "C Sınıfı" olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç AB standardında yapılan bir binanın Enerji Kimlik Belgesi değerlendirmesinde C Sınıfı, yani enerji sınıflandırılmasında kabul edilebilir bir bina olduğu anlaşılmaktadır. Kompleks bina formunda özellikle A bloğunun seçilmesinde yaşam alanlarının daha çeşitli olması (yatakhaneler, çamaşırhane, yemekhane vb.)

Enerji kimlik belgesi belirlenmesinde iklim ve bina lokasyonunun önemli olduğu gözlemlenmiştir. Ancak BEP-TR programı için binanın lokasyonunun projedeki birebir şekliyle sisteme tanıtılmaması ve sistemde kayıtlı olan geometrik

Binaların programa girilmesi sırasında zonlara ayırarak girilmesi ya da tek zon olarak planlanması enerji performans sonuçlarında etkili olmaktadır.

Özellikle binanın birden fazla zona ayrılması enerji performans değerlerinde yalnızca soğutma sisteminde iyileştirme sağlamıştır.

5. Kaynaklar

- Al-Homoud M. S. 2001, "Computer-aided building energy analysis techniques", Building and Environment, 421-433.
- Atmaca M., Kalaycıoğlu E., Yılmaz Z. A. 2011, "Binalarda Enerji Performansı Yöntemi (BEP-TR) ile Otel Binalarının Performansının Değerlendirilmesi", X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 811-826.
- Aykal D., Gümüş B., Özbudak Y. B. 2009, "Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması", V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır 78-84.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2013, "Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi Yardımcı Kullanım Kılavuzu", Ankara, 1-64.
- E. Velasco, F. Varela 2007. "Building Energy Analysis (BEA): A methodology to assess building energy labelling", Energy and Buildings, 709-716.
- Emniyet Genel Müdürlüğü 2010. Yabancılar Hudut İltica Dairesi Başkanlığı, Proje Bilgi Notu ve Proje Sözleşmesi", Ankara.
- Eskin N. 2011. "Konut Dışı Binaların Yıllık Enerji İhtiyaçlarının İncelenmesi", İTÜ, İstanbul, 1-6.
- Lam J. C. 2000, "Energy analysis of commercial buildings in subtropical climates", Building and Environment, 19-26.
- Ramesha T., Prakasha R., Shuklab K.K. 2010, "Life cycle energy analysis of buildings: An overview", Energy and Buildings, 1592-1600.

Şener F., Yıldırım Ünnü S., Köknel Yener A. 2011, "Binalarda Aydınlatma Enerjisi Performansının Belirlenmesinde Yöreyle İlişkin Özelliklerin Rolü", *İTÜ Mimarlık Fakültesi*, İstanbul, 1-7.

<http://www.idarehukuku.net/baslik/Imar-Hukuku/Binalarda-Enerji%20Performansi-Yonetmeligi-/Birincil-enerji-tuketimi-nedir.html>. Erişim tarihi:25.07.2013



Evaluation of Building Energy Performance Construction Standards of the European Union: Example of Kayseri

Gökhan Durmuş¹, Sadık Önal¹

¹Department of Education Building, Faculty of Technical Education, Gazi University, Beşevler, Ankara

(First received 25 March 2014 and in final form 28 June 2014)

Abstract

In this study, different locations of Turkey in the European Union standards of built complex structures the levels of energy performance of the buildings and sustainability thanks to Ministry of Environment and Urban Planning BEP-TR (Building Energy Performance) Program calculated what the impact of changes in the outcomes of regional sustainability may be examined. In this context, the project data of buildings (the values of technical building geometry, heating, lighting, mechanic and ventilating) and BEP-TR (Building Energy Performance) Program, entering buildings, the amount of net energy for heating and cooling needs of the buildings, taking into account the effects of sunlight, daylight are not effective while untapped for the areas of lighting energy demand and consumption of carbon emissions buildings shall be determined by calculation and with the data obtained from the evaluation of the sustainability of the structures built in different regions, all the energy of the structure of programs, etc. The data obtained through given the costs will be met from the national budget will bring you to reduce the burden and cost of what measures could be taken to be, intended to be built on the basis of EU standards, given the structures of the energy that will be important to determine the class.

Keywords: Building Energy Performance, Building Energy Certification, BEP-TR, Sustainability.

Avrupa Birliği Standartlarında İnşa Edilen Yapının Enerji Performansının Belirlenmesi: Kayseri Örneği

Özet

Bu çalışmada, Avrupa Birliği normları esas alınarak inşa edilen kompleks bir binanın enerji performans kimliği araştırılmaktadır. Bu yapı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait BEP-TR (Bina Enerji Performansı) Programı kullanılarak enerji performans değeri ve enerji kimlik belgesi açısından değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, binalara ait proje verileri (bina geometrisi, ısıtma, aydınlatma, mekanik ve havalandırma teknik değerleri) BEP-TR Programı'na girilerek binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan net enerji miktarı, binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanması ve yine binalara ait karbon salınımı tespit edilecektir. Elde edilecek veriler sayesinde farklı bölgelerde inşa edilen yapıların enerji analizi açısından değerlendirilmesi, program sayesinde ortaya konan veriler sayesinde yapının tüm enerji, yakıt vb. giderlerinin ulusal bütçeden karşılanacağı göz önüne alındığında; maliyetin getirebileceği olası sıkıntıların ortaya çıkarabilmesi ve maliyetin azaltılabilmesi için ne gibi önlemler alınabileceği; inşa edilecek olan yapıların AB standartları esas alınarak tasarlandığı göz önüne alındığında ait olduğu enerji sınıfının belirlenmesi önemli olacaktır.

Anahtar kelimeler: Binalarda Enerji Performansı, Bina Enerji Performansı Programı (BEP-TR), Sürdürülebilirlik

1. Introduction

As occurring in our country and all over the world is quite fast and steadily increasing population growth and rapid development of technology, mankind is forced to use parallel leads to an increase in energy demand. Therefore, a large part of the energy generated in our residences, workplaces and common areas are known to spending. Particularly rapid growth of the world population will occur inevitably show that the energy expenditure of energy shortages. How to be a more effective use of energy and how to save energy in order to find

answers to the questions scientists have done studies. The studies in this area; the method of calculating the energy performance of buildings, the levels of complex and detailed dynamic calculation method of calculating the simple activities of hours studied. When it comes to complex buildings, the thermal behavior of the building zones in the zones with the highest values in terms of effective internal gains, there could be a problem that the energy performance of buildings on health are examined (Atmaca and etc. 2011).

Santamouris M., Argiriou A., their studies The characteristics of the building's energy consumption in

Southern Europe are analysed. The energy potential of solar energy for heating and lighting purposes as well as the potential of passive cooling techniques are investigated. The ecological impact of the energy saving technologies as well as the market opportunities of the alternative technologies are discussed.

Ramesha T., Prakasha R., Shuklab K.K.; their studies on the total energy use during the life cycle are desirable to identify phases of largest energy use and to develop strategies for its reduction. In the present paper, a critical review of the life cycle energy analyses of buildings resulting from 73 cases across 13 countries is presented. The study includes both residential and office buildings. Results show that operating (80–90%) and embodied (10–20%) phases of energy use are significant contributors to building's life cycle energy demand. Life cycle energy (primary) requirement of conventional residential buildings falls in the range of 150–400 kWh/m² per year and that of office buildings in the range of 250–550 kWh/m² per year. Building's life cycle energy demand can be reduced by reducing its operating energy significantly through use of passive and active technologies even if it leads to a slight increase in embodied energy. However, an excessive use of passive and active features in a building may be counterproductive. It is observed that low energy buildings perform better than self-sufficient (zero operating energy) buildings in the life cycle context. Since, most of the case studies available in open literature pertain to developed and/or cold countries; hence, energy indicative figures for developing and/or non-cold countries need to be evaluated and compared with the results presented in this paper.

F.J. Rey E. Velasco ve F. Varela, their studies the implementation of the EPBD has as its primary aim the establishment and application of energy certification programs. The aim of energy certification programs is to guarantee energy saving and to reduce CO₂ emission as a consequence of the EU commitment to comply with the Kyoto protocol. Obtaining energy effectiveness labelling means the achievement of energy quality, allowing a decrease in CO₂ kilograms emitted from lighting, heating and cooling buildings without any loss in terms of comfort. This work proposes a new methodology called Building Energy Analysis (BEA) that allows implementation of EPBD on energy certification of buildings. In this paper they analyse the different steps of BEA methodology (heat and cooling load, energy demand, energy consumption and CO₂ emission). The program ends with energy labelling of the building. In addition, they present a practical study of a small health centre that is analyzed with BEA methodology and we compare it with other energy simulation programs like Hourly Analysis Program (HAP) and PowerDOE. The results of energy labelling are very similar for both simulation programs.

Eskin N., her study electricity use in the commercial buildings, accounts for about one-third of the total energy consumption in Turkey and fully airconditioned office buildings are important commercial electricity end-users since the mid-1990s. In the presented paper, the interactions between different conditions, control strategies and heating / cooling loads in office buildings in the four major climatic zones in Turkey- hot summer and cold winter, mild, hot summer and warm winter, hot and humid summer and warm winter - through building energy simulation program has been evaluated. This verified model was used as a means to examine some energy conservation opportunities on annual

cooling, heating and total building load at four major cities which were selected as a representative of the four climatic regions in Turkey. The effect of the parameters like the climatic conditions (location), insulation and thermal mass, color of external surfaces, shading and window systems including glazing system on annual building energy requirements is examined and the results are presented for each city.

Crawley D. B. etc. Their studies the energy is being used around the world for analysis by making an assessment of the overall context of improved simulation programs, carried out a comparison of each other.

Aykal D. etc.; their studies evaluation of renewable energy sources, energy, architecture, building design principles to the use of energy efficiency, as well as the importance on creating sustainable environments are expressed. Therefore, under the leadership of the Metropolitan Municipality of Diyarbakır Dicle University, and a variety of EU Project, in collaboration with non-governmental organizations "Solar House Education and Practice in Diyarbakir Park" was built.

Ding G. and Forsythe P. J., their studies in 2010, the Australian residential construction sector contributed about 28% of the value of all construction and was responsible for 8% of the total energy consumption. Residential construction will continue to increase to cope with the demand due to population growth. The research findings reveal that the slope for each type of soil has a positive correlation with life cycle energy consumption. As part of the onsite construction process, the results also show that the energy consumption of construction on sloping sites plays a significant factor in the life cycle energy analysis of a building.

Energy sources in nature, either directly by the people or thanks to the technological systems developed by man to have been. However, taken directly from nature fuels (fossil fuels, and so on.) is rapidly running out, and that people try to find new sources of energy (solar, wind, etc.), or at least the current level of energy use as much as possible without wasting required.

In this area, Al-Homoud M. S his study Buildings are slowly replacing long-term investments that consume a lot of energy. Given current economic, as well as environmental constraints on energy resources, the energy issue plays an important role in the design and operation of buildings. The availability and ease of use of today's computers make them effective tools in the decision-making process of building design. This paper reviews the most common building energy analysis techniques and the potential applications of computer technology in the energy simulation and optimization of buildings.

The European Union (EU) prepared for the purpose of energy efficiency, the external climate / local conditions, taking into consideration the cost efficiency of indoor climate requirements, the development of energy performance of buildings, the Energy Performance of Buildings Directive 2002/91/EC in 2002 and it published specifying the obstacles encountered in the direction of improvement of energy efficiency a Green Paper on Energy Efficiency in accordance with the solution of problems in 2005. In 2006, it prepared indicates the energy efficiency of buildings is important for the Action Plan for Energy Efficiency.

Our country is a country signatory to Kyoto Protocol, make up a large portion of energy consumption and reduce energy use in buildings, energy performance certification of buildings Energy Performance of Buildings Regulation mandating the Ministry of Environment and Urban Planning (Ministry of Public Works and Settlement) published in 2008 by. Identification required by this regulation to building energy analysis method to be used in the Building Energy Performance Program (BEP-TR) was completed in 2009. This program is published on 5 December 2008 Energy Performance of Buildings Regulations 1000 m² of new and existing buildings, Energy Performance Certificates to get a great legal mandates. In this context, reception and accommodation centers built on the basis of the above-mentioned directives and laws were necessary planning (Ministry of Environment and Urbanization, 2013).

Prepared within the framework of the EU accession of Turkey in accordance with the National Action Plan on Asylum and Migration Ministry of Interior Affairs (Turkish National Police) between 2007-2013 primarily in the eastern regions of Turkey then the inner regions of the Asylum Seekers, Screening and Refugee Accommodation Centers facility to be operational by and meet the humanitarian needs

of illegal immigrants as well as the return of the return housed in temporary centers should be established in order to ensure.

In this context, the Ministry within the framework of the EU harmonization Ankara, Erzurum, Kırklareli, İzmir, Kayseri, Van and Gaziantep will be established in the provinces a total of 7 people capacity 750 to be established in the provinces of "For Refugees and Asylum Seekers Reception, Screening and Accommodation System / Centers Facility" is prepared Pairing and Investment Project (Turkish National Police, 2011).

EU standards and assisted in Kayseri, Kocasinan total 17.000m² building was built with a accept field, Reception, Screening and Accommodation Centre A-Block, dormitories, laundry and dining sections of Building Energy Performance reviews are part of a total of 942 m² of construction area evaluated in this study.

At this article Kayseri Reception and Accommodation Center, has been recognized as an example. This center housing space names and characteristics of the fields, -2 and -1 for basement floor: Table 1, for the ground and first floors: Table 2, for the second and the third layer is shown in Table 3.

Table 1. Reception and Accommodation Center Basement floors plans and areas

Kayseri Reception and Accommodation Center Independent Sections					
(-2) Basement floor			(-1) Basement floor		
1	Power room	50,715m ²	1	Lift 1	5,94m ²
2	Laundry	135,24m ²	2	High security room 1	143,04m ²
3	Food Warehouse	168,245m ²	3	High security room 2	120,33m ²
4	Fire Escape	24,95m ²	4	High security room 3	120,33m ²
5	Lift 1	5,94m ²	5	Stairs	30,555m ²
6	Boiler room	213,65m ²	6	Lift 2	29,61m ²
7	Warehose	153,72m ²	7	Electric room	53,235m ²
8	Stairs	31,03m ²	8	High security room 4	106,47m ²
9	Lift 2	26,62m ²	9	High security room 5	106,47m ²
			10	WC	105,625m ²
			11	Fire Escape	26,195m ²
Total		942,00 m²	Total		942,00 m²

Table 2. Reception and Accommodation Center ground floor and first floor plans and areas

Ground floor			First floor		
1	Lift 1	5,94m ²	1	Lift1	5,94m ²
2	Dish washing area	62,82m ²	2	Single woman room 1	143,04m ²
3	Dining hall	504,00m ²	3	Single woman room 2	120,33m ²
4	Canteen	62,90m ²	4	Single woman room 3	120,33m ²
5	Lift 2	16,065m ²	5	Stairs 1	31,0275m ²
6	Stairs 1	31,0275m ²	6	Lift 2	29,1375m ²
7	Hall1	65,78m ²	7	Hall	94,20m ²
8	Lavatory	67,62m ²	8	Stairs 2	53,235m ²
9	Stairs 2	50,71m ²	9	Single woman room 4	106,47m ²
10	Food Prepared room	33,00m ²	10	Single woman room 5	106,47m ²
11	Fire Escape	24,95m ²	11	Single woman room 6	105,625m ²
12	Hall 2	17,28m ²	12	Fire Escape	26,195m ²
Total		942,00 m²	Total		942,00 m²

Table 3. Reception and Accommodation Center second floor and third floor plans and areas

Second floor			Third floor		
1	Lift 1	5,94m ²	1	Lift 1	5,94m ²
2	Single woman room 1	143,04m ²	2	Single woman room 1	143,04m ²
3	Single woman room 2	120,33m ²	3	Single woman room 2	120,33m ²
4	Single woman room 3	120,33m ²	4	Single woman room 3	120,33m ²
5	Stairs 1	31,0275m ²	5	Stairs 1	31,0275m ²
6	Lift 2	29,1375m ²	6	Lift 2	29,1375m ²
7	Hall	94,20m ²	7	Hall	94,20m ²
8	Stairs 2	53,235m ²	8	Stairs 2	53,235m ²
9	Single woman room 4	106,47m ²	9	Single woman room 4	106,47m ²
10	Single woman room 5	106,47m ²	10	Single woman room 5	106,47m ²
11	Single woman room 6	105,625m ²	11	Single woman room 6	105,625m ²
12	Fire Escape	26,195m ²	12	Fire Escape	26,195m ²
Total		942,00 m²	Total		942,00 m²

Asylum / refugee applicants in order to accommodate the different residence halls have been created. These are high security in the Family Room = 24, High Security Room = 48, Single White Female Rooms = 48, Single Male Rooms = 96, Special Interest, including those requiring a total of 222 persons =6 is planned to serve. Reception and accommodation

center in Kayseri A-Block sample floor plan is shown in Figure 1 (Turkish National Police, 2011).

Still in the design stage of the center in question, as shown in Table 4, taking into account all kinds of climatic and regional planning all the data were made accordingly (Turkish National Police, 2011).

Table 4. Kayseri-Kocasinan Reception and Accommodation Center regional values

Location	Kayseri-Kocasinan Regional Values				
	Latitude	Longitude	Elevation	Winter outside	Daily Range
Kayseri- Kocasinan	38° 43' N	35° 23' E	1092 m	-1,7 °C EW Windy	14,66°C

DB: Dry Bulb Temperature YT: Wet Bulb Temperature K: North D: East

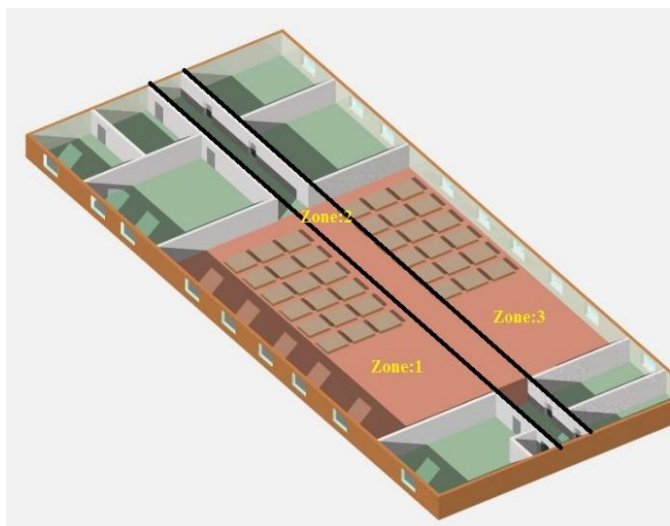


Figure 1 A-Block Floor Plan (Three zones)

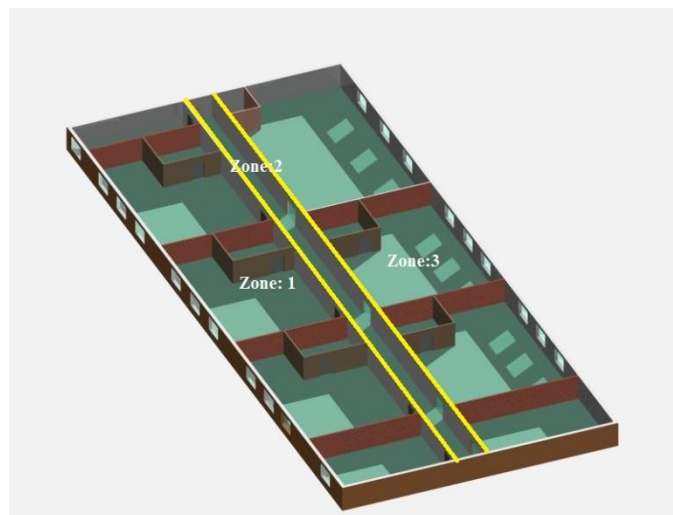


Figure 2 A-Block Floor Plan (three zones)

As shown in Figure 1 and Figure 2, building plans are divided into three zones. In this way, building datas have been entered into the program. The results have been obtained and

interpreted by these informations. The results are shown in Table 6.



Picture 1. Kayseri Reception and Accommodation Center

2. Materials and Methods

2.1. Materials used in the calculation of energy

Table 5. Reception and Accommodation Center A-Block floor and wall construction elements

Kayseri Reception and Accommodation Center Floor and Wall Materials					
	Wall Materials	Thickness		Floor Materials	Thickness
1	Interior plaster and plastic paint	0,01 cm	1	PVC Floor covering	0,02 cm
2	Aggregate concrete brick wall	19 cm	2	Mortar	0,02 cm
3	Plane plaster	0,02 cm	3	Levelling concrete	0,02 cm
4	XPS Adhesive plaster	0,01 cm	4	Reinforced concrete	10 cm
5	XPS Heat Insulation Sheet	0,02 cm	5	Gypsum panel and Metal suspended ceiling	0,03 cm
6	Press Brick adhesive	0,01 cm			
7	Brick elevation cladding	0,03 cm			

2.2. Net Energy Inputs

Ventilation, lighting, heating and cooling for the method of calculating the net energy requirement of the basic inputs, climate data, building geometry, ventilation and thermal properties of the building, building materials and building components of the definition of the function of the building on the internal comfort conditions (temperature and humidity, ventilation amount), depending on the typology of the building methods of zoning are zone information. This information is required to be removed from the building's energy analysis of the data that will login to the system by the user all the information on the building project and regional

All the necessary mechanical and geometrical data is entered to BEP-TR program, than the building obtained data is shown in

Table 5.

location are made ready to be analyzed. This information is for the project architectural, structural, mechanical and electrical engineer on the project by examining the files of technical information resulting from the calculations. For example, the geometry of buildings and building components that are required for the system, the architecture of the building supply project and determining the list of needed information is entered into the system. In this way, the program will have entered for the purpose of building energy labelling information (Ministry of Environment and Urbanization, 2013). Process diagram is shown in Figure 3.

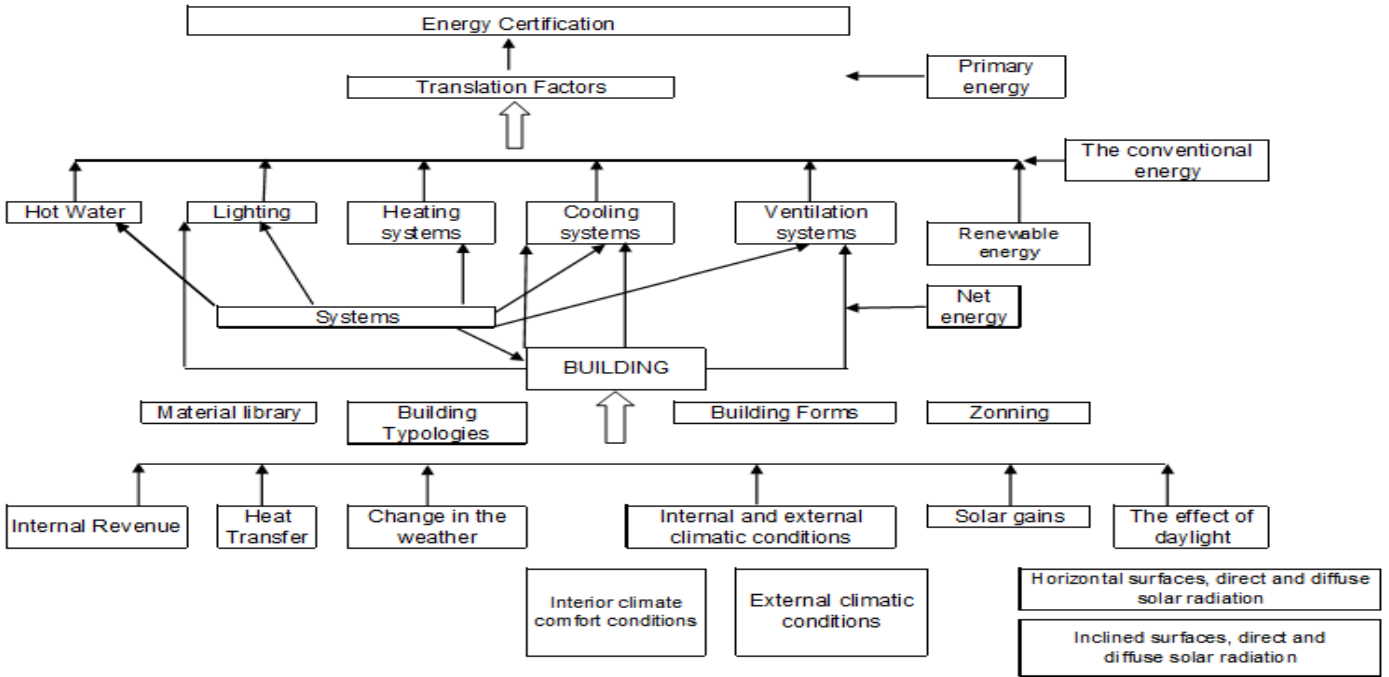


Figure 3. Plan for Building Energy Performance Calculation Method (BEP-TR) (Ministry of Environment and Urbanization, 2013)

2.3. Calculation Method for Energy Performance of Buildings (BEP-TR)

Prepared by the Ministry of Public Works and Settlement (BEP-TR) is a web-based program. This program includes 1000 m² large structures Energy Performance of Buildings Directive. The building enables that annual energy consumption per square meter, CO₂ emissions, the datum of the reference values and comparison with a reference building A-G placed an inter-energy class operations. This program is also using the method of calculation of the energy performance of buildings (BEP-HY), all the parameters that affect energy consumption, the impact of energy efficiency and energy performance of buildings is used to determine the class.

BEP-TR and BEP-HY programs enable that residences, office buildings, educational buildings, health buildings, hotels, shopping and commercial centers as well as assessment of the energy performance of new buildings and existing building typologies (Ministry of Environment and Urbanization, 2013).

3.0 Experimental Results and Discussion

At this article, entering the data of the Project to BEP-TR (Building Energy Performance) Program was explained that the building needs for heating and cooling of buildings in the net amount of energy, not benefit from daylight saving time, daylight lighting energy demand and consumption is not effective for the calculation of areas and carbon emissions of the building. These results have been interpreted in terms of sustainability.

3.1. Building Energy Performance Program (BEP-TR) Results

Firstly, all of geometric and mechanical datas have been entered to BEP-TR program which information belonging to the building (architectural, structural, mechanical, heating, ventilation and lighting data) as defined in the program. Resulting in heating, cooling, ventilation and lighting systems in addition to greenhouse gas emissions were calculated. These values have been shown in Table 5.

Table 6. Kayseri reception center a block data for the identification of energy.

Data / Results	Final Consumption (kWh/yıl)	Primary Consumption (kWh/yıl)	Consumption per m ²	Class
Heating Systems	10.530.786,41	10.530.786,41	1.863,20	C
Hot water Systems	14.851.732,67	14.851.732,67	2.627,70	C
Cooling Systems	1.131.073,64	2.669.333,80	200,12	C
Ventilation Systems	11.213,06	26.462,82	1,98	E
Lighting Systems	192.555,64	454.431,32	34,07	B
Greenhouse Gas Emissions (CO ₂)			469,42	C
Total	26.717.361,42	28.532.747,02	6.305,38	C

According to Table 5, Heating Systems : C, Hot Water: C, Cooling: A, Vantilation Systems: E, Lighting: B and greenhouse gas emissions: C were found. These values can be considered as the average value of building energy class, which C-Class was found. However, the total vantilation system for the evaluation of building energy basis, the D-Class is not an available result. The heating systems of building is not same into library system of BEP-TR Program.

To determine the building heating system was used that the nearest system in BEP-TR.

In this area; Atmaca M. etc., energy demand of hotel buildings, which are having the biggest share in total energy consumption among the non-residential buildings, calculated by BEP-TR and detailed simulation tool EnergyPlus is compared and efficiency of BEP-TR to be used fire energy certification of complex buildings are discussed.

4. Results

For Kayseri Reception, Screening and Accommodation Center are listed by building energy performance (BEP-TR) the energy obtained from the analysis and classification of data and study results below. Firstly, for Kayseri Reception Center of A-Block of the energy performance assessment had been identified that is energy for the class "Class C".

This result which is C Class, that is understood that the building classification of energy is acceptable for in the evaluation of the EU Energy Performance Certificate standard.

Also this conclusion is that for sustainability appropriates building of Kayseri Reception Center. But values of energy building performance

Determining the identification of energy had been observed that to be important the climate and the location of building. But for the program of BEP-TR the location of building data could not be entered for the program exactly as and the project is simulated geometric shapes in the system whereby gets results. These results have been hesitations what can be a positive or negative contribution.

When it comes to center performance evaluation, because it is a complex structure of the center, all construction as whole could not be evaluated. Evaluation of energy analysis sections were separated into blocks. Here again, it is expected that the obtained results might vary. During the evaluation of the analysis was observed that the geometric structure of the building is not fully rectangle, square, U and H format, but the system can be registered in the system was said to resemble geometric shapes. The system didn't accepted another shape. This situation both user time to spend also the change in the geometry of the building raised the issue of the reliability of the results to be.

Also, entered in the system as separate blocks of the center was prevented that the come out of a common energy for center. Therefore specific areas of the center (Refuge Dormitory, Block Management, Health Unit, etc.) energy analysis was carried out. It is considered to be more convenient to have. It was observed that some of the building materials used in the construction of the building was not the same at BEP-TR program so the similar products were used at BEP-TR. This may have influenced the results evaluated.

5. References

- Al-Homoud M. S., "Computer-aided building energy analysis techniques", *Building and Environment*, 421-433 (2001).
- Atmaca M., Kalaycıoğlu E., Yılmaz Z. A., " Building Energy Performance Calculation Method (BEP-TR) and Hotel Performance Evaluation of Buildings ", X. National Installation Engineering Congress, İzmir, 811-826 (2011).
- Aykal D., Gümüş B., Özbudak Y. B., " Scope of Application of Renewable and Efficient Energy Use in Buildings Sustainability ", V. Symposium on Renewable Energy Sources, Diyarbakır 78-84 (2009).
- Ding G., Forsythe P. J., "Sustainable construction: life cycle energy analysis of construction on sloping sites for residential buildings", *Construction Management and Economics*, 254-265 (2013).
- Drury B. Crawleya, Linda K. Lawrieb, Frederick C. Winkelmannc, W.F. Buhlc, Y. Joe Huangc, Curtis O. Pedersend, Richard K. Strandd, Richard J. Liesend, Daniel E. Fishere, Michael J. Wittef, Jason Glazerf, "EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program", *Energy and Buildings*, 319-331 (2001).
- E. Velasco, F. Varela, "Building Energy Analysis (BEA): A methodology to assess building energy labelling", *Energy and Buildings*, 709-716 (2007).
- Eskin N., " Annual Energy Needs Analysis of Non-Residential Buildings ", İTÜ, İstanbul, 1-6 (2011).
- Gali G., Corgnati P. S., Yılmaz Z. A., " Analysis of the complex of buildings in terms of energy certification: Comparison of Standard and Advanced Simulation Tools ", X. National Installation Engineering Congress, İzmir, 795-807 (2011).
- Ministry of Environment and Urbanization, " Building Energy Performance Calculation Method Utility User's Guide ", Ankara, 1-64.
- Turkish National Police, Department of Foreigners Borders and Asylum, Project The Information Note and Project Treatment", Ankara, 2010.
- Ramesha T., Prakasha R., Shuklab K.K., "Life cycle energy analysis of buildings: An overview", *Energy and Buildings*, 1592-1600 (2010).
- Santammuris M., Argiriou A., "Renewable energies and energy conservation technologies for buildings in Southern Europe International Journal of Solar Energy, 69-79 (1994).