

Primljen / Received: 16.5.2013.

Ispravljen / Corrected: 14.10.2013.

Prihvaćen / Accepted: 15.11.2013.

Dostupno online / Available online: 10.12.2013.

Ekološki održivo projektiranje i ocjenjivanje zgrada u Ankari

Autori:



Doc.dr.sc. **Arzuhan Burcu Gültekin**, dipl.ing.arh.
Sveučilište u Gazi
Tehnički fakultet
Odjel za građevinarstvo
arzuhanburcu@yahoo.com



Bengü Alparslan Ersöz
Beray Engineering
Ankara, Turska
bengualparslan@gmail.com

Stručni rad

Arzuhan Burcu Gültekin, Bengü Alparslan Ersöz

Ekološki održivo projektiranje i ocjenjivanje zgrada u Ankari

Ekološki održivo projektiranje zgrada odgovor je na zagađenja okoliša koja uzrokuje gradnja. Takvo projektiranje zgrada uzima u obzir probleme vezane za okoliš i teži očuvanju ekološke ravnoteže, a istodobno nastoji ispuniti uvjete za zdrav i udoban život. U radu su ispitane mjere ekološki održivog projektiranja. Analiziran je idejni projekt ekološke zgrade Laboratorij za ekološka istraživanja i obuku Sveučilišta u Gazi (GUERTL) u Ankari. Ekološka svojstva zgrade su prema predloženoj metodi ocjene i uspješnost takvog projektiranja procijenjena na 88 %.

Ključne riječi:

ekološka gradnja, ekološki održivo projektiranje, očuvanje materijala, očuvanje energije

Professional paper

Arzuhan Burcu Gültekin, Bengü Alparslan Ersöz

Ecological building design and evaluation in Ankara

The ecological building design is a response to environmental pollution caused by construction activity. Such design of buildings takes into account environmental problems and strives toward preserving ecological balance, while at the same time attempting to meet requirements for a healthy and comfortable living. Ecologically sustainable design measures are examined in the paper. A preliminary design of an ecological building named Gazi University Environmental Research and Training Laboratory (GUERTL) in Ankara, is analysed. According to the suggested evaluation method, the ecological performance of the building, i.e. the success rate of the design, amounts to 88 %.

Key words:

ecological construction, ecologically sustainable design, material conservation, energy conservation

Fachbericht

Arzuhan Burcu Gültekin, Bengü Alparslan Ersöz

Ökologisch nachhaltiger Entwurf von Gebäuden in Ankara

Der ökologisch nachhaltige Entwurf von Gebäuden hat sich als Antwort auf die verbreitete Umweltverschmutzung durch verschiedene Bauvorhaben entwickelt, um Probleme bezüglich der Umwelt zu berücksichtigen, die Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts zu ermöglichen, und gleichzeitig die Anforderungen eines gesunden und behaglichen Lebensraumes zu erfüllen. In der vorliegenden Arbeit ist der Entwurf des ökologischen Gebäudes des Umweltforschungs- und Ausbildungslabors der Gazi Universität in Ankara (GUERTL) betrachtet. Die ökologischen Eigenschaften des Bauwerks sind nach der vorgeschlagenen Methode für die entsprechende Einschätzung mit einer Erfolgsrate von 88 % beurteilt.

Schlüsselwörter:

ökologisches Bauen, ökologisch nachhaltiger Entwurf, Rohstoffhaltung, Energieerhaltung

1. Uvod

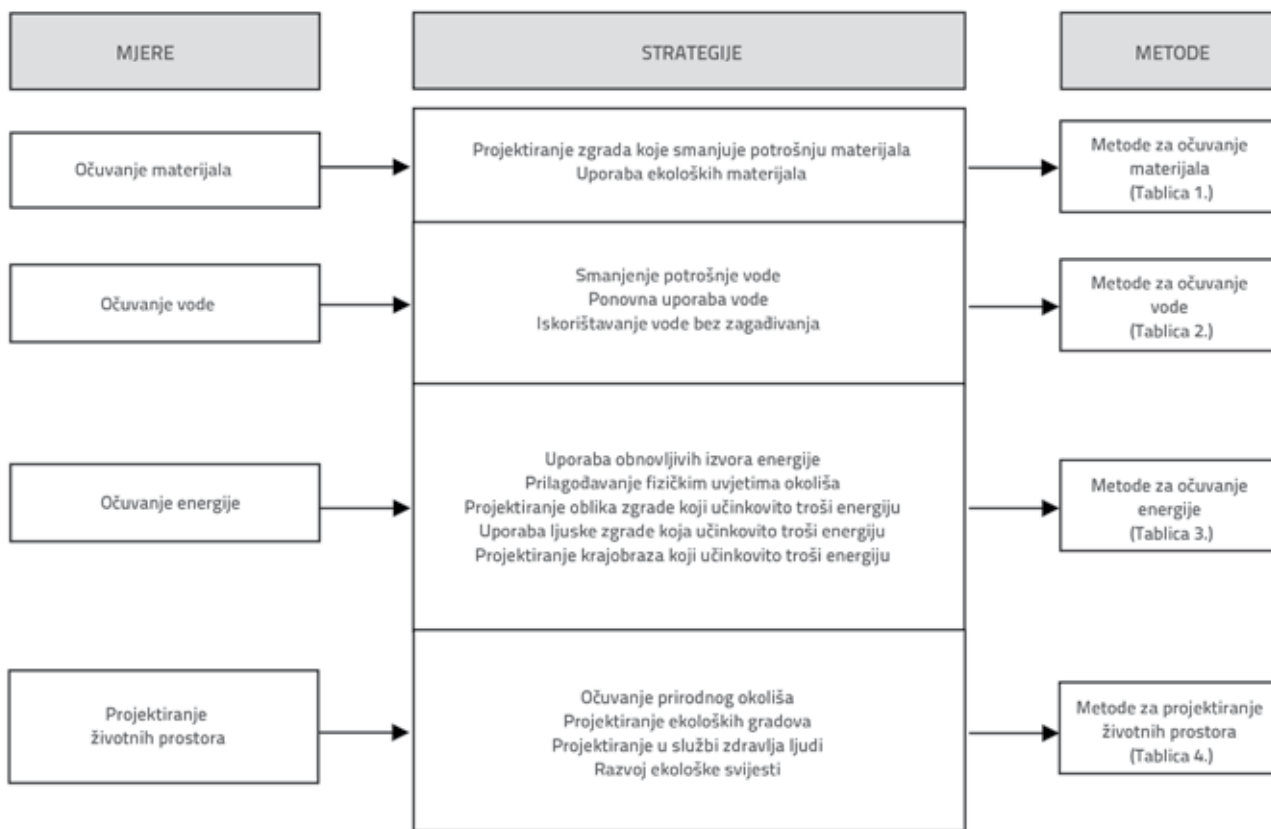
Onečišćenje uzrokovano rastom populacije, urbanizacijom i razvojem industrije jedan je od većih problema jer ugrožava prirodne resurse [1]. U svijetu građevinska djelatnost iskorištava 17 % izvora čiste vode, 25 % šumskih proizvoda i 40 % izvora energije. Stoga se rodila zamisao o ekološkom projektiranju zgrada [2, 3]. Takvim se projektiranjem nastoji smanjiti potrošnja prirodnih resursa, spriječiti narušavanje ekološke ravnoteže, ekonomično iskoristiti lokalne resurse, smanjiti štetnost gradnje za okoliš i osigurati odgovarajuće uvjete za udoban i zdrav život ljudi [4].

U graditeljstvu u Turskoj se ekološki održivo projektiranje primjenjuje od 1980. te sveučilišta, istraživački centri i javne ustanove grade manje ekološke zgrade različitih namjena u svrhu istraživanja i razvoja [5]. Turska trenutačno osigurava 28 % resursa, dok 72 % uvozi. Taj se odnos polako smanjuje [6]. Usto, posljednjih su godina privatne organizacije projektirale i izgradile veće ekološke zgrade koje su dobile međunarodni certifikat zelene gradnje. No pojavili su se veliki problemi s prilagođavanjem tih međunarodnih sustava lokalnim uvjetima, pa takva gradnja za sada nije raširena u Turskoj. Tursko je Vijeće za zelenu gradnju pokušalo riješiti taj problem i osmislilo beta inačicu turskog sustava za certificiranje ekološke gradnje domova u prosincu 2012. Sustav se temelji na lokalnim uvjetima i mjerama, a trenutačno je u pokusnoj

fazi [7, 8]. Sastoji se od osam glavnih kategorija ekoloških mjera, poput integriranog ekološkog upravljanja projektima, iskorištavanja zemljišta, vode i energije, zdravlja i dobrobiti, iskorištavanja materijala i resursa, stanovanja te upravljanja i održavanja. No čini se da će još trebati proučiti nedostatke strategija i metoda tog sustava za različite tipove gradnje. Stoga je važno osmisliti znanstvene metode i okvire na koje će se moći osloniti građevinski stručnjaci koji će se baviti tim nedostacima.

Osim poboljšanja sustava ocjenjivanja, od 2000. u Turskoj se podigla svijest o ekološkim problemima i energija se počela racionalnije trošiti. Iako se u početku tim problemima bavio privatni sektor, sada im i vlada obraća pozornost. Tako su primijenjeni razni standardi, zakoni i odredbe kojima se smanjuje potrošnja energije i promiče toplinska izolacija, osobito na već postojećim zgradama.

Od 2000. u uporabi je obvezni Turski standard TS825 (Propisi o toplinskoj izolaciji zgrada) koji nastoji smanjiti potrošnju energije ograničenjem potrošnje energije za grijanje zgrada, određenjem standardne metode izračuna potrebne energije te gradnjom udobnih zgrada koje štede energiju [9]. Godine 2007. donesen je Zakon o racionalnoj potrošnji energije kako bi se energija i energetske resursi učinkovitije rabili, smanjio otpad i gospodarski troškovi za energiju te zaštitio okoliš [10]. Na temelju tog zakona, 2011. donesene su i primijenjene Odredbe o energetskim svojstvima zgrada [11]. Te odredbe



Slika 1. Prijedlog okvira za ekološki održivo projektiranje zgrada

propisuju obvezno dobivanje energetske certifikata za nove zgrade od 2011. te za stare od 2017. S obzirom na to, lokalni sustavi ocjenjivanja te ekološki održivo projektiranje zgrada s vremenom će postati nužni u Turskoj.

U tom kontekstu cilj je ovog rada razviti svijest građevinske djelatnosti u Turskoj o mjerama ekološkog projektiranja te pomoći projektantima oko očuvanja materijala, vode i energije te projektiranja životnih prostora. S tim ciljem predloženi su okvirni naputci za ekološki održivo projektiranje u nadi da će ih projektanti usvojiti i na lokalnoj razini popularizirati mjere ekološkog projektiranja.

2. Ekološki održivo projektiranje zgrada

Ekologija je disciplina koja se bavi odnosima između organizama i njihova okoliša [12]. Možemo je odrediti i kao znanost o okolišu s poddisciplinama poput ekološkog projektiranja zgrada [13]. Cilj ekološkog projektiranja zgrada jest smanjenje potrošnje vode i energije, smanjenje troškova održavanja i popravaka te količine otpada i zagađenja, izbjegavanje nedostataka gradnje, povećanje učinkovitosti uporabe građevnih materijala i udobnosti te gradnja trajnih i fleksibilnih zgrada i elemenata [14, 15]. U okvirima tih ciljeva projektanti bi trebali usvojiti načela ekološkog projektiranja zgrada i tako potrošnju materijala, vode i energije svesti na najmanju moguću mjeru, rabiti obnovljive i mjesne resurse, stvarati zdrave interijere, iskoristiti prirodnu klimatizaciju i

osvjetljenje, prilagoditi se fizičkim uvjetima okoliša, povećati očuvanje energije unutar ljuške zgrade [16] te rabiti višestruko iskoristive, reciklirane i obnovljive materijale koji zahtijevaju manje održavanja i popravaka [17, 18].

Ekološkim projektiranjem zgrada želimo zaštititi prirodu na najvišoj razini i stvoriti najprikladniji prostor za stanovnike zgrade [19]. Stoga smo u članku mjere za ekološki održivo projektiranje zgrada podijelili na očuvanje materijala, očuvanje vode, očuvanje energije te projektiranje životnih prostora na temelju tri znanstvene studije koje su proveli Çelebi, G., Gültekin, A.B., i Alparslan, B. [5, 20, 21]. Na temelju tih studija predložen je idejni okvir sa strategijama i metodama u skladu s mjerama za ekološki održivo projektiranje zgrada. Okvir je prikazan na slici 1., a metode objašnjene u tablicama 1. do 4.

Očuvanje materijala

U građevini materijal možemo očuvati projektiranjem zgrada za koje treba manje građevnog materijala i uporabom ekoloških građevnih materijala [5, 20, 21]. Strategije i metode za primjenu mjere očuvanja materijala izložene su u tablici 1.

Očuvanje vode

Očuvanje vode počinje u fazi projektiranja zgrade i nastavlja se u fazi njezine uporabe [22]. U građevini vodu možemo očuvati smanjenjem potrošnje vode, ponovnom uporabom vode te iskorištavanjem vode bez zagađivanja [5, 20, 21]. Strategije i metode za primjenu mjere očuvanja vode izložene su u tablici 2.

Tablica 1. Strategije i metode za očuvanje materijala [5, 20, 21]

	STRATEGIJE	METODE
OČUVANJE MATERIJALA (OM)	Projektiranje zgrada za koje treba manje građevnog materijala (OM1)	Smanjenje površine ljuške zgrade pri projektiranju (OM1.1)
		Uporaba jednostavnih geometrijskih oblika pri projektiranju (OM1.2)
		Projektiranje zgrada koje učinkovito iskorištavaju unutarnji prostor (OM1.3)
		Ponovna uporaba postojećih zgrada i infrastruktura uz obnovu (OM1.4)
Uporaba ekoloških materijala (OM2)		Uporaba trajnih sustava gradnje i materijala koji trebaju manje održavanja (OM2.1)
		Uporaba višestruko iskoristivih, recikliranih i obnovljivih materijala u recikliranoj ambalaži (OM2.2)
		Uporaba prirodnih građevnih materijala (OM2.3)
		Uporaba mjesnih i regionalnih građevnih materijala (OM2.4)

Tablica 2. Strategije i metode za očuvanje vode [5, 20, 21]

	STRATEGIJE	METODE
OČUVANJE VODE (OV)	Smanjenje potrošnje vode (OV1)	Osmišljavanje krajolika koji učinkovito iskorištava vodu i zahtijeva manje održavanja (OV1.1)
		Uporaba biljaka koje dobro podnose nedostatak vode i zahtijevaju manje vode (OV1.2)
		Uporaba prostora koji troše manje vode (OV1.3)
Ponovna uporaba vode (OV2)		Ponovna uporaba pročišćene otpadne vode (OV2.1)
		Uporaba prostora koji skupljaju kišnicu (OV2.2)
		Projektiranje koje dopušta miješanje vode s podzemnim vodama (OV2.3)
Iskorištavanje vode bez zagađivanja (OV3)		Uporaba manje količine otrovnih pesticida (OV3.1)
		Uporaba materijala za čišćenje koji ne onečišćavaju (OV3.2)

Tablica 3. Strategije i metode za očuvanje energije [5, 20, 21]

	STRATEGIJE	METODE
OČUVANJE ENERGIJE (OE)	Uporaba obnovljivih izvora energije (OE1)	Uporaba sunčanih ćelija za proizvodnju energije (OE1.1)
		Uporaba sunčanih kolektora za grijanje vode (OE1.2)
		Uporaba pasivnih sustava za sunčanu energiju (OE1.3)
		Iskorištavanje energije vjetra za klimatizaciju i hlađenje (OE1.4)
		Iskorištavanje danje svjetlosti za osvjetljenje (OE1.5)
		Iskorištavanje geotermalne energije za grijanje i hlađenje (OE1.6)
		Uporaba sustava i instrumenata koji učinkovito iskorištavaju energiju (OE1.7)
	Prilagođavanje fizičkim uvjetima okoliša (OE2)	Odabir odgovarajućeg položaja zgrade (OE2.1)
		Odabir odgovarajućeg prostora za gradnju (OE2.2)
	Projektiranje oblika zgrade koji učinkovito troši energiju (OE3)	Uporaba jednostavnih geometrijskih oblika pri projektiranju (OE3.1)
		Projektiranje zgrada koje učinkovito iskorištavaju unutarnji prostor (OE3.2)
		Povećanje iskorištenja energije Sunca proširenjem južnog pročelja (OE3.3)
	Odabiranje ljske zgrade koja učinkovito troši energiju (OE4)	Sprečavanje gubitka topline odabirom odgovarajućih izolacijskih materijala (OE4.1)
		Uporaba podnih obloga i stakala visokih svojstava (OE4.2)
	Projektiranje krajobraza koji učinkovito troši energiju (OE5)	Iskorištavanje biljaka za grijanje i hlađenje (OE5.1)
		Primjena metoda zelenog krova (OE5.2)
		Planiranje obnovljivog krajobraza (OE5.3)

Tablica 4. Strategije i metode za projektiranje životnih prostora [5, 20, 21]

	STRATEGIJE	METODE
PROJEKTIRANJE ŽIVOTNIH PROSTORA (PŽP)	Očuvanje prirodnog okoliša (PŽP1)	Očuvanje postojećih biljaka te živih bića u vodi i na tlu (PŽP1.1)
		Očuvanje postojeće topografske strukture (PŽP1.2)
		Očuvanje razine podzemnih i nadzemnih voda (PŽP1.3)
		Očuvanje prirodnih resursa i životnih prostora na terenu (PŽP1.4)
		Obnova oštećenih ekosustava (PŽP1.5)
		Popravak i iskorištavanje postojeće strukture i infrastrukture (PŽP1.6)
		Izbjegavanje građevnih materijala koji remete prirodnu ravnotežu u fazi proizvodnje (PŽP1.7)
	Projektiranje ekoloških gradova (PŽP2)	Sprečavanje zagađenja (vizualnog zagađenja, buke, zagađenja zraka ili tla) (PŽP2.1)
		Razvoj višenamjenskog oblikovanja (PŽP2.2)
		Smanjenje automobilske prometa projektiranjem staza za pješake i bicikliste na području gradnje (PŽP2.3)
	Projektiranje u službi zdravlja ljudi (PŽP3)	Uporaba prirodnih materijala na bazi vode u unutarnjim prostorima (PŽP3.1)
		Uporaba prirodno sušenog drva bez konzervansa u unutarnjim prostorima (PŽP3.2)
		Sprečavanje širenja vlage uporabom odgovarajuće količine izolacijskih materijala ispod temelja zidova i u prvim slojevima zidova (PŽP3.3)
		Osiguravanje dostatnog gibanja zraka i kvalitete zraka u unutarnjim prostorima (PŽP3.4)
	Razvijanje ekološke svijesti (PŽP4)	Razvijanje metoda koje obogaćuju iskustvo ekološke gradnje u društvu (PŽP4.1)
Primjena istraživačkih i razvojnih studija te razvoj plana i programa u obrazovnim ustanovama (PŽP4.2)		
Organizacija seminara o ekologiji i okolišu za sve dijelove društva (PŽP4.3)		

Očuvanje energije

Potrošnja energije počinje u fazi proizvodnje i nastavlja se u fazi projektiranja i uporabe zgrade. U građevini energiju možemo očuvati uporabom obnovljivih izvora energije, prilagođavanjem fizičkim uvjetima okoliša u kojem projektiramo, projektiranjem oblika zgrade i krajobraza koji učinkovito troše energiju te uporabom ljuske zgrade koja učinkovito troši energiju [5, 20, 21]. Strategije i metode za primjenu mjere očuvanja energije izložene su u tablici 3.

Projektiranje životnih prostora

Osnovna namjena građevine jest stvaranje sigurne i zdrave umjetne okoline za zadovoljenje fizioloških potreba i osiguranje produktivnosti korisnika. Ljudi i drugi živi te neživi organizmi zajedno obitavaju u takvoj okolini [23]. U građevini životne prostore projektiramo nastojeći očuvati prirodni okoliš te težimo projektiranju ekoloških gradova, projektiranju u službi zdravlja ljudi i razvijanju ekološke svijesti [5, 20, 21, 24]. Strategije i metode za primjenu mjere projektiranja životnih prostora izložene su u tablici 4.

3. Idejni projekt ekološki održive zgrade na Sveučilištu u Gazi

U sklopu rada analizira se idejni projekt ekološki održive zgrade u Ankari. Zgrada se nalazi u sastavu Sveučilišta u Gazi. [5, 21]. Također je provedena i ocjenjivanje projektirane zgrade u odnosu na prijedlog okvira za ekološki održivo projektiranje zgrada kako je prikazano na slici 1. Izvješće o stanju okoliša regije Ankara koje je objavio Odsjek za okoliš i šumarstvo uprave Ankare ističe da regija ima nekoliko ekoloških problema [25]. Oni se odnose na zagađenje zraka, vode i tla te buku zbog velike gustoće nekvadratnih, nestandardnih i nezdravih stambenih zgrada, čija je izgradnja pratila brz razvoj industrije i porast stanovništva. Stoga je važno da projektanti usvoje mjere ekološkog projektiranja zgrada koje će smanjiti ekološke probleme nastale zbog opisane situacije izgradnje zgrada u gradu te da se mjere počnu primjenjivati u okvirima fizičkih uvjeta okoliša u gradu. Ankara ima umjereno suhu klimu. Ljeta su topla i suha, a zime hladne i kišne. Ljeti gotovo nema kiše, a relativna vlažnost zraka niska je. Zimi su česte magle. Godišnji prosjek dana s mrazem je 60 do 114, a snježnih dana 17 do 42. Najtopliji mjeseci su srpanj i kolovoz, a najhladniji je siječanj. Ankara prosječno ima 7,4 sunčana sata na dan. U ožujku i travnju puše jak vjetar. Na području Ankare vjetar je najčešće sjeveroistočni i puše brzinom 3,2 metra u sekundi [25].

S obzirom na zadane uvjete, ekološki projektirana zgrada u umjereno suhom klimatskom području trebala bi iskoristiti vjetar i imati kompaktan oblik s velikim površinama te pravokutni tlocrt ili tlocrt bez unutarnjih nosivih zidova. Vanjski bi zidovi trebali biti dovoljno dobro izolirani da unutarnji prostori budu ugodni za život, a krov bi trebao biti kosi i učinkovito izoliran. Zgrada bi trebala imati dovoljno prozora za regulaciju topline [26].

3.1. Primjena ekološki održivog projektiranja

Središnji kampus Sveučilišta u Gazi nalazi se u okrugu Yenimahalle grada Ankare. Na satelitskoj snimci na slici 2. crveno je označen neiskorišten, nefunkcionalan i zapostavljen prostor bez zelenih površina iza radionice Odjela za građevinarstvo Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Gazi na središnjem kampusu tog sveučilišta. Navedena lokacija je odabrana za primjenu ekološkog projektiranja zgrada, a odluka je temeljena na fizičkim uvjetima okoliša na tom području.



Slika 2. Satelitska snimka središnjeg kampusa Sveučilišta u Gazi [27]

Sveučilište u Gazi nema odgovarajuću zgradu pogodnu za terensku primjenu kvalitativnih i kvantitativnih mjera i procjena vezanih za ekološka svojstva zgrade koja bi osigurala potrebne podatke o primjeni simulacijskih programa. Stoga su se autori članka odlučili za ekološki održivo projektiranje ekološki održive zgrade pod nazivom Laboratorij za ekološka istraživanja i obuku Sveučilišta u Gazi (GUERTL). Inženjeri čija su specijalnost mjere ekološkog projektiranja zgrada sudjelovali su u fazi projektiranja GUERTL-a.

Cilj izgradnje GUERTL-a bilo je stvaranje uvjeta za mjerenje i ocjenjivanje ekoloških svojstava zgrada i procjenu usklađenosti zgrada s okolišem na osnovi istraživačkih i razvojnih studija koje se bave okolišem, kolegija s tom temom na diplomskim i poslijediplomskim studijima, promicanja ekoloških materijala te poučnih seminara, tečajeva, konferencija i rasprava.

S tim ciljem projektirana je zgrada GUERTL površine 192 m² na dvije razine. Prizemlje je površine 132 m², a polukat površine 60 m². U prizemlju se nalaze laboratorij za obuku gdje se mogu izlagati i promicati ekološki građevni materijali, dva ureda koja mogu biti i radne sobe ako treba, soba s instalacijama i prostorija sa zahodom. U polukatu su laboratorij za istraživanja, gdje se provode istraživanja i primjenjuju simulacijski programi o ekološkim svojstvima zgrada, te dvorana za seminare, gdje se organiziraju seminari i sastanci znanstvenika. Idejni projekt GUERTL prikazan je na slici 3. Na slici vidimo izgled zgrade, tlocrt katova, presjek i pročelja.



Slika 3. Idejni projekt Laboratorija za ekološka istraživanja i obuku Sveučilišta u Gazi (GUERTL)

U cilju cjelovitog prikaza složenog procesa projektiranja ekološki održive zgrade GUERTL u Ankari, u radu se daje i opis svih odluka donijetih tijekom projektiranja. Odluke vezane za očuvanje materijala, vode i energije te projektiranje životnih prostora donijete su na temelju smjernica prikazanih na slici 1. U tom je smislu GUERTL postao poligon za ekološki održivo projektiranje zgrada, gdje se primjenjuju mjere, strategije i metode takvog projektiranja.

Projektantske odluke vezane za očuvanje materijala (OM)

OM1: GUERTL ima pravokutni oblik jer se tako smanjuje površina ljuške zgrade, a time i gubitak te povećanje topline. Zgrada će rabiti postojeću infrastrukturu središnjeg kampusa Sveučilišta u Gazi.

OM2: Pri projektiranju GUERTL-a predviđena je armiranobetonska gradnja i ekološki materijali poput drva, keramike i porobetona koje su osigurala postrojenja u Ankari i okolici. Za zidove je odabran porobeton jer čuva energiju i osigurava toplinsku izolaciju u fazi proizvodnje. Kako 80 % volumena porobetona čine šupljine, moguće je s manje sirovina proizvesti veće količine takvog građevnog materijala, a otpadni materijal u fazi proizvodnje može se u potpunosti reciklirati. Istodobno, količina otpuštenog plina u fazi proizvodnje manja je nego kod drugih građevnih materijala [28]. Za drvene podne obloge predviđena je uporaba prirodnog drveta obojenog neotrovnim bojama. Bojanje zidova predviđeno je s vapnom, a oblaganje vlažnih površina s prirodno izrađenom keramikom. Za izolaciju predviđen je neprirodni ekstrudirani polistiren, a za nosivi sustav beton.

Projektantske odluke vezane za očuvanje vode (OV)

OV1: Na vlažnim prostorima GUERTL-a predviđen je sustav navodnjavanja sa slavinama i ispiračima koji učinkovito rabe vodu. Pri oblikovanju krajobraza najzastupljenije su biljke poput divlje ruže, majčine dušice, karanfila i kamilice, koje dobro podnose sušu i ne trebaju mnogo vode i brige. No trava oko zgrade treba mnogo vode.

OV2: Spremnik za kišnicu postavljen je blizu GUERTL-a kako bi se koristila kišnica u sustavu navodnjavanja. No ta metoda možda nije vrlo učinkovita zbog male količine kiše u Ankari. Sustav zelenog krova od 10 cm skuplja kišnicu, izolira, stvara stanište za divlje životinje, smanjuje temperature gradskog zraka i ublažava učinak toplinskih otoka [5]. Zeleni krov trebao bi imati slojeve vegetacije, podlogu za rast biljaka, filtrirajući sloj propustan za korijenje, sloj za odvod vode i kapilarnost, sloj za zaštitu i pohranu, hidroizolacijski sloj te krovnu ploču. Kamene pločice s rupama propusni su materijal i preporučuju se na stazama jer tako se voda slijeva u zemlju umjesto u odvođe gradske kanalizacije. Projekt isključuje ukrasno bilje koje zahtijeva mnogo brige i zalijevanja.

OV3: Oko GUERTL-a predviđena je sadnja lokalnih biljaka kojima odgovara klima u Ankari i koje su otporne na štetne kukce. Tako više nema potrebe za pesticidima.

Projektantske odluke vezane za očuvanje energije (OE)

OE1: Na krov GUERTL-a je predviđeno je postaviti šest sunčanih ćelija za proizvodnju struje i dva sunčana kolektora za grijanje vode. Za pohranu tople vode predviđeni su izolirani spremnici s kontrolnom regeneratorskom jedinicom koja omogućava održavanje određene temperature vode. Ostakljeni prostor sa staklom presvučenim slojem *low-e* na južnom pročelju omogućavat će pasivno hlađenje i grijanje. Zid između ostakljenog i unutarnjeg prostora je od porobetona, a predviđeno je da se vanjska površina oboji u crno kako bi se jače zagrijavala. Na gornjem i donjem dijelu tog zida nalaze se mali otvori. Tako se topli zrak iz ostakljenog prostora preko gornjih otvora prenosi u unutarnji prostor, a hladni se zrak iz unutarnjeg prostora preko donjih otvora prenosi u ostakljeni prostor. U unutarnjem prostoru predviđen je hodnik u smjeru sjever-jug, tako da vrata i prozori koji se otvaraju u taj hodnik omogućuju prirodno strujanje zraka. Prirodnu klimatizaciju osiguravaju otvori u gornjem dijelu ostakljenog prostora koji dopuštaju istjecanje toplog zraka, dok će svježiji i hladniji zrak ulaziti kroz prozore. Pri uređenju unutarnjeg prostora predviđene su svijetle boje kako bi se smanjila potreba za umjetnim osvjetljenjem, izbjeglo upijanje svjetlosti i stvorio svijetli prostor. Na krovu je krovni prozor. Predviđeni su i drveni kapci koji se mogu spuštati vodoravno ili okomito. Oni sprečavaju gubitak topline preko prozora i štite od sunca kad je potrebno. Predviđene su i geotermalne toplinske pumpe za grijanje zimi i hlađenje ljeti te automatizirani sustavi osvjetljenja kako bi se energija učinkovito iskorištavala.

OE2: Sunce u Ankari kreće se između juga te 30° istočno i 30° zapadno od juga [29]. Stoga je odlučeno GUERTL pozicionirati prema jugu i pravokutnim oblikom dodatno povećati količinu primljene sunčane energije. Neiskorišten, nefunkcionalan i zapostavljen prostor bez zelenih površina iza radionica i laboratorija Odjela za građevinarstvo Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Gazi odabran je kao pogodno mjesto gradnje GUERTL-a.

OE3: GUERTL je pravokutnog oblika. Osim toga, okrenut je prema jugu kako bi primao što više sunčane energije. No kako je zgrada pravokutnog oblika, širenje južnog pročelja podrazumijevalo je i širenje sjevernoga, što je stvorilo potrebu za dodatnom toplinskom izolacijom. Odlučeno je da se vanjski zidovi izvedu od porobetona debljine 30 cm s ekstrudiranom polistirenskom pjenom debljine 5 cm i ekološkom izolacijskom žbukom od 2 cm. Za unutarnje zidove predviđen je porobeton debljine 20 cm s ekstrudiranom polistirenskom pjenom debljine 4 cm. U skladu s turskim standardom TS 825, predviđena su stakla s niskom U-vrijednošću, manjom od 0,80 [W/m²K], niskim stupnjem propuštanja energije kroz ostakljenje i velikom vidljivošću [9]. Daščana podna obloga izrađena je od prirodnog drva. U ostakljenom prostoru predviđena su stakla presvučena slojem *low-e*, koja zbog svoje visoke propusnosti

omogućavaju stjecanje topline tijekom dana, a noću djeluju kao toplinski izolator zbog niskog stupnja isijavanja.

OE5: Planirani krajobraz GUERTL-a pridonosi ekološkim svojstvima zgrade. Predviđena je sadnja stabala prilagođena klimi Ankare, listopadna na južnom dijelu i zimzelena na sjevernome [30]. Tako je na sjeveru predviđena sadnja borova, a na jugu smreke i hrasta. Oko zgrade predviđena su i stabla jabuke, kruške i trešnje. Odabran je zeleni krov koji skuplja kišnicu te je na taj način nadoknađena površina koju na tlu zauzima zgrada i pridonijelo se očuvanju prirodnog staništa. Voda će ljeti isparavati iz biljaka i zemlje na krovu te ovlaživati zrak, što će prirodno hladiti zgradu. Sloj zemlje zimi će biti prirodni izolator.

Projektantske odluke vezane za projektiranje životnih prostora (PŽP)

PŽP1: Nije narušavana topografska struktura na građevnoj parceli. Na ovaj način je projektiranjem obnovljen i priveden svrsi neiskorišteni prostor koji rabi postojeću infrastrukturu Sveučilišta u Gazi.

PŽP2: GUERTL je projektiran kao ekološka zgrada koja pridonosi smanjenju zagađenja okoliša metodama očuvanja energije, vode i materijala. Štoviše, oko GUERTL-a nije predviđeno parkiralište kako bi se poticala uporaba javnog prijevoza i smanjila uporaba automobila. No automobili su već dopušteni na kampusu.

PŽP3: Zidovi GUERTL-a presvučeni su vapnom, a drvene su površine obojene neotrovnim bojama. Vlažne su površine obložene keramikom, a u drugim su prostorima podne obloge izrađene od prirodnog drveta. U temeljima zidova izolacija je debljine 60 cm, a u prvim slojevima 50 cm, čime se sprečava pojava vlage.

PŽP4: Projektiranje GUERTL-a omogućava prilagođavanje gradnje okolišu. Postoje prostori za eksperimentalne studije, istraživanja i razvoj vezane za okoliš i kolegije o tome na diplomskim i poslijediplomskim studijima. Predviđeno je organiziranje seminara i konferencija koji promiču kvalitetan međuodnos gradnje i prirode projektiranjem odgovarajućih prostora.

3.2. Ekološka ocjena projekta GUERTL

Ovo poglavlje objašnjava metodu kojom je ocijenjena ekološka uspješnost projektiranja GUERTL-a. Ocjenjivanje se temelji na objektivnom bodovanju nakon utvrđivanja mjera za ocjenjivanje, statusa primjene tih mjera u projektu te uspješnosti primjene. 3 boda znače da je procjenjivana mjera uspješno primijenjena, 2 znače da je mjera srednje uspješno primijenjena, 1 bod da je neuspješno primijenjena, a 0 znači da mjera uopće nije primijenjena. Objašnjenje procesa ocjene prikazano je u tablici 5.

Tablica 5. Objašnjenje procesa ekološke ocjene primijenjenih mjera

Bodovi	Status primjene mjera	Uspješnost primjene mjera
0	Neprijemljena	-
1	Primijenjena	Neuspješno
2	Primijenjena	Srednje uspješno
3	Primijenjena	Uspješno

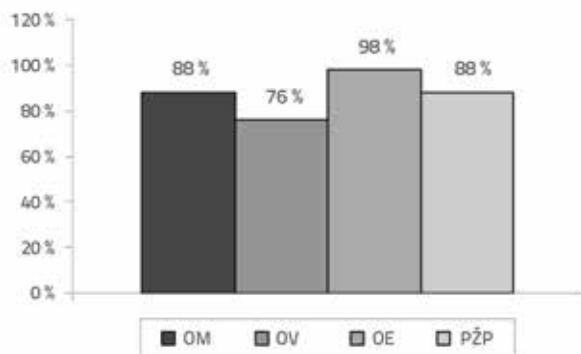
Tablica 6. Tablica ekološke ocjene zgrade GUERTL-a

Mjere		Bodovi	Mjere		Bodovi
Očuvanje materijala	OM1.1	3	Očuvanje vode	OV1.1	3
	OM1.2	3		OV1.2	2
	OM1.3	3		OV1.3	3
	OM1.4	3		OV2.1	0
	OM2.1	2		OV2.2	2
	OM2.2	2		OV2.3	3
	OM2.3	2		OV3.1	3
	OM2.4	3		OV3.2	-
Ukupni bodovi		21	Ukupni bodovi		16
Bodovi kategorije		24	Bodovi kategorije		21
Uspješnost [%]		88	Uspješnost [%]		76
Očuvanje energije	OE1.1	3	Projektiranje životnih prostora	PŽP1.1	-
	OE1.2	3		PŽP1.2	3
	OE1.3	3		PŽP1.3	3
	OE1.4	3		PŽP1.4	-
	OE1.5	3		PŽP1.5	3
	OE1.6	3		PŽP1.6	3
	OE1.7	3		PŽP1.7	2
	OE2.1	3		PŽP2.1	2
	OE2.2	3		PŽP2.2	-
	OE3.1	3		PŽP2.3	0
	OE3.2	3		PŽP3.1	3
	OE3.3	2		PŽP3.2	3
	OE4.1	3		PŽP3.3	3
	OE4.2	3		PŽP3.4	3
	OE5.1	3		PŽP4.1	3
	OE5.2	3		PŽP4.2	3
OE5.3	3	PŽP4.3	3		
Ukupni bodovi		50	Ukupni bodovi		37
Bodovi kategorije		51	Bodovi kategorije		42
Uspješnost [%]		98	Uspješnost [%]		88
UKUPNA USPJEŠNOST: 88 [%]					

Pri ocjenjivanju primijenjene su mjere ekološkog projektiranja zgrada i svrstane u kategorije očuvanja materijala, vode i energije te projektiranje životnih prostora, objašnjene u poglavlju 2. Analizirani su aspekti svake od mjera i bodovani

na temelju tablice o objašnjenju procesa ocjenjivanja. Naposljetku je uspješnost projektiranja izračunata u postocima, što je prikazano u tablici 6.

Prema ekološkoj ocjeni GUERTL-a iz tablice 6., GUERTL je 88 % uspješan kad je riječ o očuvanju materijala, 76 % uspješan kad je riječ o očuvanju vode, 98 % uspješan kad je riječ o očuvanju energije i 88 % uspješan kad je riječ o projektiranju životnih prostora. Dakle, na temelju ukupnih bodova uspješan je 88 %. Grafikon ekološke ocjene GUERTL-a prikazan je na slici 4. Buduća istraživanja mogla bi razviti sveobuhvatnije metode ocjenjivanja koje bi osigurale podatke za programe simulacije i sustave procjene zelene gradnje.



Slika 4. Grafikon ekološke ocjene projekta GUERTL

4. Zaključak

U sklopu ovog rada analizirane su mjere i strategije ekološkog projektiranja zgrada te metode primjene tih mjera na primjeru idejnog projekta ekološke zgrade GUERTL za ekološka istraživanja koja je ujedno i obrazovni laboratorij. Zgrada je projektirana u Ankari, u Turskoj, gdje postoje veliki ekološki problemi zbog gustoće i nekvalitetne izgradnje zgrada. GUERTL je projektiran na Sveučilištu u Gazi, gdje se mogu praktično primijeniti kvalitativne i kvantitativne mjere projektiranja te ocjeniti ekološka svojstva zgrade. GUERTL je predviđen kao model za proces ekološkog projektiranja zgrada te informacijsko središte za buduća ekološka projektiranja zgrada u Ankari. Zamišljeno je da ovaj projekt razvije svijest o mjerama ekološkog projektiranja. No najvažnije je da je GUERTL zamišljen kao primjer ekološkog projektiranja i ocjenjivanja zgrada zbog maksimalne primjene mjera. Rezultati ekološke ocjene GUERTL-a za svaku mjeru ekološkog projektiranja zgrada su sljedeći:

- Kad je riječ o očuvanju energije, predviđeno je da GUERTL rabi obnovljive izvore energije, da se projektiranje prilagodi uvjetima okoliša na mjestu gradnje te da oblik i ljuska zgrade i oblikovani krajobraz oko zgrade osiguravaju učinkovito iskorištavanje energije. U skladu s tim ciljevima, mjere OE1.1, OE1.2, OE4.1, OE4.2, OE5.1, OE5.2, OE5.3, OE1.3, OE1.4, OE1.5, OE1.6, OE1.7, OE2.1, OE2.2, OE3.1 i OE3.2 uspješno su primijenjene. Mjera OE3.3 srednje je uspješno primijenjena jer pravokutni oblik GUERTL-a podrazumijeva

da širenje južnog pročelja uzrokuje i širenje sjevernoga, što je stvorilo potrebu za dodatnom toplinskom izolacijom.

- Kad je riječ o očuvanju vode, predviđeno je da GUERTL ima manju potrošnju vode, ponovno rabi vodu i iskorištava vodu bez zagađivanja. U skladu s tim ciljevima, mjere OV1.1, OV1.3, OV2.3 i OV3.1 uspješno su primijenjene. OV1.2 srednje je uspješno primijenjena jer trava oko zgrade zahtijeva veće količine vode. I OV2.2 srednje je uspješno primijenjena jer bi učinkovitost postrojenja za skupljanje kišnice mogla biti mala s obzirom na to da u Ankari ne pada mnogo kiše. Naprotiv, mjera OV2.1 nije primijenjena iz razloga što količina otpadne vode u tako malenoj zgradi nije velika, a mjera OV3.2 je zanemarena jer se odnosi na fazu uporabe zgrade.
- Kad je riječ o očuvanju materijala, predviđeno je da se pri gradnji GUERTL-a smanji potrošnja građevnog materijala i rabe ekološki materijali. U skladu s tim ciljevima, mjere OM1.1, OM1.2, OM1.3, OM1.4 i OM2.4 uspješno su primijenjene. Mjera OM2.1 srednje je uspješno primijenjena jer je armirani beton uporabljen kao nosivi materijal. I mjere OM2.2 i OM2.3 srednje su uspješno primijenjene jer je za izolaciju predviđen neprirodni ekstrudirani polistiren zbog njegovih visokih svojstava.
- Kad je riječ o projektiranju životnih prostora, predviđeno je da GUERTL očuva prirodni okoliš, pogoduje projektiranju ekoloških gradova, pogoduje zdravlju ljudi i razvija ekološku svijest. U skladu s tim ciljevima, mjere PŽP1.2, PŽP1.3, PŽP1.5, PŽP1.6, PŽP3.1, PŽP3.2, PŽP3.3, PŽP3.4, PŽP4.1, PŽP4.2 i PŽP4.3 uspješno su primijenjene. PŽP1.7 srednje je uspješno primijenjena jer je za nosivi sustav predviđen armirani beton, a za izolaciju neprirodni ekstrudirani polistiren. I mjera PŽP2.1 srednje je uspješno primijenjena budući da zagađenje nije spriječeno na najvišoj razini. Naprotiv, mjera PŽP2.3 nije primijenjena jer je na kampusu dopuštena uporaba automobila. Mjere PŽP1.1 i PŽP1.4 zanemarene su jer na odabranoj parceli nema vodenih i kopnenih živih organizama, prirodnih resursa ni prirodnih životnih prostora. Zanemarena je i mjera PŽP2.2 jer se ona odnosi na stambene jedinice na razini grada.

U skladu s prikazanim rezultatima ekološke procjene, uspješnost GUERTL-a za mjere očuvanja materijala je 88 %, za mjere očuvanja vode 76 %, za mjere očuvanja energije 98 %, a za mjere projektiranja životnih prostora 88 %. U istom je smislu opća uspješnost GUERTL-a na temelju sveukupnih bodova 88 %. Taj visoki uspjeh značajan je jer idejni okvir za GUERTL može biti vodič za procese budućeg ekološkog projektiranja u Turskoj. U tom smislu, ovaj okvir može pomoći pri stvaranju baze podataka o ekološkom projektiranju zgrada i njegovoj procjeni u Ankari, što bi trebalo obogatiti baze lokalnih podataka Ministarstva energije i prirodnih resursa te Ministarstva zaštite okoliša i urbanog planiranja Turske. Projekt bi mogao poslužiti i kao primjer simulacijskih programa ekološke procjene, metoda izračuna energije i sustava ocjene zelene gradnje kojoj se u

Turskoj teži. Podaci dobiveni na temelju tako malene zgrade mogu poslužiti kao okvir za projektiranje većih zgrada na lokalnoj i globalnoj razini.

U Turskoj su projektirane mnoge malene i srednje velike ekološke zgrade, no imaih malo i kvaliteta je nezadovoljavajuća. Razlog tome je nerazvijena ekološka svijest turskih projektanata u pristupu arhitektonskom oblikovanju. Stoga je ključno da projektanti u svoj pristup oblikovanju zgrada uklope ekološku perspektivu i odnose iz okvira izloženog u ovom članku. Na ovaj bi način projektanti pridonijeli razvoju ekološke svijesti u građevinskoj djelatnosti i društvu općenito, a obrazovne ustanove morale bi organizirati tečajeve i seminare s istim ciljem. S druge strane, ekološku perspektivu trebalo bi razvijati na temelju znanstvenih istraživanja, obrazovnih programa, standarda, zakona i odredaba.

Odredbe i standardi u Turskoj vezani za ekološke probleme i učinkovito iskorištavanje energije ne pokrivaju sve mjere ekološkog projektiranja zgrada. Stoga je ključno razviti i primijeniti nove zakonske odredbe i proučiti nove standarde koji se odnose na sve mjere ekološkog projektiranja zgrada. Okvir za ekološki održivo projektiranje zgrada predstavljen u ovom članku može biti smjernica za daljnje zakonske odredbe, znanstvena istraživanja, obrazovne programe i arhitektonsko oblikovanje u Turskoj.

Zahvala

Ovaj je članak potpomoglo Sveučilište u Gazi znanstvenim istraživačkim projektom (No. 07/2009-34) pod naslovom *Analiza i procjena kriterija ekološkog projektiranja zgrada u kontekstu primjera zgrade*. Autori zahvaljuju na podršci.

LITERATURA

- [1] Sakellariadou, F.: Industrial Activity and its Effects on Air and Water Quality, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 6 (2000) 3 pp. 247-254.
- [2] Say, C. & Wood, A.: Sustainable Rating Systems around the World, *Council on Tall Buildings and Urban Habitat Journal (CTBUH Review)*, 2 (2008) pp. 18-29.
- [3] Smith, P. F.: *Architecture in a Climate of Change: A Guidance to Sustainable Design*, Second Edition, Oxford Architectural Press, Britain, 2005.
- [4] Gültekin, A. B., Yavaşatmaz, S.: *Sustainable Design of Tall Buildings*, GRADEVINAR 65 (2013) 5, pp. 449-461.
- [5] Alparslan, B.: *Design and Evaluation of an Example Building in Ankara in the context of Ecological Building Design Criteria (in Turkish)*, M.Sc. Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, 2010.
- [6] Sayın, S.: The Significance of the Use of Renewable Energy in our Country's Building Sector and the Opportunities of Utilizing of Solar Energy in Buildings (in Turkish), M.Sc. Thesis, Selçuk University Institute of Science and Technology, 2006.
- [7] Enginöz, Y. K.: *Green Home Certificate for Turkey (in Turkish)*. *Bulletin of Yapı – Ecology in Construction*, 365 (2012), pp. 30-31.
- [8] Erten, D.: *The Beta Version of National Certification System is Ready (in Turkish)*, *Bulletin of Ekoyapı – Ecological Buildings and Settlements*, Turkish Green Building Council, 9 (2012), pp. 76-79.
- [9] Turkish Standards Institution (TSE): *TS 825 - Thermal Insulation Requirements for Buildings (in Turkish)*, Ankara, 2008.
- [10] Republic of Turkey Prime Ministry, Turkey General Directorate of Legislation Development and Publication: *Energy Efficiency Law (in Turkish)*, No. 5627, Ankara, 2007.
- [11] Republic of Turkey Prime Ministry, Turkey General Directorate of Legislation Development and Publication: *Regulation of Energy Performance of Buildings (in Turkish)*, No. 27075, Ankara, 2011.
- [12] Hamamcı, C. & Keleş, R.: *Ecology (in Turkish)*, First Edition, Imge Bookstore, Istanbul, 2002.
- [13] Bekar, D.: *Examination of Active Energy Systems in Ecological Architecture (in Turkish)*, M.Sc. Thesis, Yıldız Technical University Institute of Science and Technology, Istanbul, 2007.
- [14] Osso, A., Walsh, T. & Gottfried, D.: *Sustainable Building Technical Manual*, Public Technology Inc., San Francisco, U.S.A., 1996.
- [15] Kayihan, K. S. & Esin, T.: *A Study Aimed to Determine Primary Ecological Building Criteria For Gebze and A Model Building Design (in Turkish)*, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 10 (2009) 3 pp. 664-677.
- [16] Daniel, D.C.: *The Solar House: Passive Heating and Cooling*, Chelsea Green Publishing Company, Canada, 2002.
- [17] Celebi, G. & Aydın, A. B.: *Evaluation of Building Materials in Sustainable Architecture Approach, (in Turkish)*, IV. National Ecology and Environment Congress, Izmir, pp. 457-464, 2001.
- [18] Gültekin, A. B. & Dikmen, C. B.: *Analysis of Ecological Design Criteria in Architectural Design Process (in Turkish)*, VI. National Ecology and Environment Congress, Izmir, pp. 159-167, 2006.
- [19] Gür, V.: *A Design Support tool for Variable Building Skins in the scope of Sustainable Architecture (in Turkish)*, Ph.D Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, 2007.
- [20] Çelebi, G. & Gültekin, A. B.: *Scope of Sustainable Architecture: A View from Conceptual Framework (in Turkish)*, *Journal of Mimarlar - Global Warming and Architecture*, 1 (2007) 2, pp. 30-36.
- [21] Gültekin, A. B. & Alparslan, B.: *Ecological Building Design Criteria: A Case Study in Ankara (in Turkish)*, *Gazi University Journal of Science*, 24 (2011) 3, pp. 605-616.
- [22] Vickers, A.: *Handbook of Water Use and Conservation: Homes, Landscapes, Industries, Businesses, Farms*, Waterplow Press, Massachusetts, 2001.

- [23] Davis, A.J.: *Alternative Natural Energy Sources in Building Design*, Simon & Schuster, New York, 1981.
- [24] Viorel, I., Boengiu, S. & Viladut, A.: *Eco-Ethics-Moral Values Involved in Ecological Education*, Journal of Environmental Protection and Ecology 6 (2005) 2, pp. 476-481.
- [25] Republic of Turkey, Ankara Governorship: *Environment and Forest Directorate Ankara Province Environmental Status Report (in Turkish)*, Ankara, 2009.
- [26] Özdemir, B. B.: *Energy Efficient Building Design as Passive Systems for a Sustainable Environment (in Turkish)*, M.Sc. Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, 2005.
- [27] Gazi University Central Campus, <http://www.maps.google.com>, 02.04.2013.
- [28] Tasdemir, C. & Ertokat, N.: *An Evaluation on Physical and Mechanical Properties of Gas Concrete (in Turkish)*, 1st National Building Material Congress, Istanbul, pp.425-437, 2002.
- [29] Kislalioglu, M. & Berkes, B.: *Ecology and Environmental Sciences (in Turkish)*, Remzi Bookstore, Istanbul, 2009.
- [30] Topay, M.: *Importance of Thermal Comfort in the Sustainable Landscape Planning*, Journal of Environmental Protection and Ecology 13 (2012) 3, pp.1480-1487.