

Mimari Formların Enerji Etkin Tasarım Bağlamında Güneş Enerjisi Kazanım Analizleri

Fulya Pelin CENGİZÖĞLU BAŞARAN

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Muğla/Türkiye
pelincengizoglu@gmail.com*

Mehmet Tayfun YILDIRIM

*Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Ankara/Türkiye
mtayfun@gazi.edu.tr*

ÖZET

Günümüzde mimari tasarımda sürdürülebilir enerji eldesi ve bina formu ilişkisi önem kazanmıştır. Ancak literatürde enerji etkin mimari tasarım amaçlı bina formu çalışmalarında form parametresinin birkaç geometrik form ile ele alındığı görülmektedir. Bu doğrultuda çalışma kapsamında form parametresi, diğer çalışmalardan farklı olarak, mimarlıkta biçimlendirme yaklaşımlarıyla birlikte düşünülerek geometrik ve organik mimari formlar olarak ele alınmış ve güneş enerjisi kazanımı bağlamında sorgulanmıştır. Güneşten maksimum enerji kazancı sağlayan mimari formların belirlenerek, yapılarda tüketilen ısıtma yükünün azaltılması ve ısı enerjisi kazancı bağlamında optimum mimari formların belirlenmesi amaçlanan çalışmada, Ankara örnekleme üzerinde belirlenen 12 mimari formun, DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak güneş ışıınımı analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, güneşin hareket eksenini yatayda ve güneşin yeryüzüyle yaptığı açıyı düşeyde takip ederek biçimlenen eğrisel organik formlu binaların, daha fazla güneş enerjisi kazanımı sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mimari tasarım, enerji etkin tasarım, güneş enerjisi, mimari form.

ABSTRACT

Today, the relationship between sustainable energy production and building form has gained importance in architectural design. However, it is seen in the literature that the form parameter in building form studies aiming at energy efficient architectural design is handled with a few geometric forms. Accordingly, within the scope of the study, the form parameter, unlike other studies, was considered as geometric and organic architectural forms with the shaping approaches in architecture and was questioned in the context of solar energy gain. In the study, which aims to determine the architectural forms that provide maximum energy gain from the sun, reduce the heating load consumed in buildings and determine the optimum architectural forms in terms of heat energy gain, the solar incident analyzes of 12 architectural forms determined on the Ankara sample were made using the DesignBuilder simulation program. As a result, it has been observed that the curvilinear organic form buildings shaped by following the axis of motion of the sun horizontally and the angle of the sun with the earth vertically provide more solar energy gain.

Keywords: Architectural design, energy efficient design, solar energy, architectural form.

1. GİRİŞ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerji sorunu birçok bilim dalının başlıca problem alanlarından birisidir. Tüketilen enerjinin büyük bir çoğunluğunu yapı ve inşaat sektörü kapsadığından, enerji sorunu mimarlık alanında da ilk sıralarda yer almaktadır. Bu soruna mimarlık alanında geliştirilen başlıca çözüm, enerji etkin mimari tasarımıdır.

Enerji etkin mimari tasarım sürecini, yapının tüm ömrü boyunca minimum enerji kullanması ve bu kullandığı enerjinin de büyük bir bölümünü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamayı amaçlanması olarak özetleyebiliriz. Ülkemizin bulunduğu konum, yenilenebilir enerji kaynaklarında olan güneş enerjisinin daha etkin kullanımına imkân tanımaktadır. Bu avantajın doğru değerlendirilmesi ile yapılarda ısıtma amaçlı tüketilen enerji yükünü azaltmak ve enerji etkinliği bağlamında mimari sürdürülebilirliğe katkı sağlamak olanaklıdır.

Bu bağlamda çalışma kapsamında, iklim bölgesi özelinde yapılan analizler sonucunda, güneşten maksimum enerji kazancı sağlayan mimari formların belirlenerek, yapılarda tüketilen ısıtma yükünün azaltılması ve ısı enerjisi kazancı bağlamında optimum mimari formların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu doğrultuda çalışmada ilk olarak enerji etkin mimari tasarım ve mimari form kavramlarına değinilmiştir. Daha sonra alan çalışmasına ilişkin yer seçimi ve mimari form sınıflamaları belirlenmiştir. Son olarak, yapılan analiz verileri ve sonuçlar değerlendirilerek öneriler geliştirilmiştir.

2. ENERJİ ETKİN MİMARİ TASARIM KAVRAMI VE BİNA FORMU İLİŞKİSİ

Enerji sorununun ve petrol krizinin ortaya çıktığı 1970'li yıllarda, yapılarda biçimin yalınlaştırılmasıyla yönlere göre farklılık taşımayan geniş giydirme cepheler, iklimsel veriler göz ardı edilerek tasarımda mekanik ve elektrikli sistemlerle konfor koşullarının sağlandığı, enerji tüketimi ve çevreye olumsuz etkileri yüksek olan mimari tasarımlar yapılmıştır. Bu durum, iklimsel konfor standartlarını sağlayabilecek, enerji tüketimini ve çevresel etkileri azaltacak enerji etkin tasarım anlayışını beraberinde getirmiştir (Utkutuğ, 1999).

Enerji etkin tasarım, binanın enerji korunumuna önem verilmesi, iklim verilerinden yararlanarak, doğal girdilerin ve pasif denetim olanaklarının iyi değerlendirilmesi, bina tipi ve çevre verilerine en uygun pasif ısıtma, soğutma, havalandırma, doğal aydınlatma tekniklerini uygulamak ve enerji kullanan aktif sistemlerin müdahalesini geciktirmeye çalışmak olarak özetlenebilir (Utkutuğ, 2000).

Enerji etkin bina, tasarım aşamasında alınan önlemlerle daha az enerjiye ihtiyaç duyan, kullandığı enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan karşılayan ve enerjiyi verimli şekilde kullanarak minimum salınım yapan bina olarak tanımlanabilir (Çelebi, Gültekin, Ulukavak Harputlugil, Bedir ve Tereci, 2008).

Utkutuğ'a (1999) göre; enerji etkin tasarım birbirini tamamlayan üç aşamada özetlenebilir:

1. aşamada enerji korunumunu hedeflenmekte olup, ısıtma ve soğutma yükünü minimize edecek, doğal ve yapay aydınlatma etkinliğini artıracak şekilde bir mimari tasarım yapılması amaçlanmaktadır.

2. aşama, bina tipi ve çevre verilerine en uygun "doğal çevrede kendiliğinden oluşan ısı kaynak ve yutucularından optimum yarar sağlanması yani zararlı etkiler minimize edilirken yararlı etkilerin maksimize edilmesi" anlamındaki pasif iklimlendirme tekniklerinin uygulanması ve öncelikli olarak doğal enerji kaynaklarının kullanılmasının sağlanmasıdır.

3. aşama, iç konfor koşullarının işlevi gereği veya kullanıcıların tercihi sonucu, yüksek düzeyde konfor beklentisi olan ve doğal çevre girdilerinden yararlanılamayan koşullarda, mekanik ve elektrikli sistemler ile karşılanması gereken (aktif) iklimlendirme yükleridir. Ancak bu koşullarda dahi binanın konfor koşullarının sağlanması, tek başına mekanik sistemlere bırakılmamalı ve enerji korunumuna dayalı ilk adım her koşulda önemli bir girdi olarak ele alınmalıdır.

Enerji etkin tasarım çalışmalarında genel olarak, binanın gereksinimi olan ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatmanın tamamen mekanik ve elektrikli sistemlere bırakılması yerine, öncelikli olarak gerekli enerji korunum düzeyini ve pasif iklimlendirmeyi sağlamaya yönelik tasarım teknikleri uygulanmalı, aktif sistem yükleri hafifletilmelidir (Utkutuğ, 1999). Çünkü iklimsel konfor durumunun yaratılmasında güneş enerjisi ile çalışan aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri ele alındığında, bu sistemlerin yapım ve bakım maliyetlerinin yüksek olabileceği görülmektedir. Ayrıca, güneş enerjisinden yararlanan pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak tasarlanan yapılarda, istenen iç iklimsel koşulların oluşması desteklendiğinden, bu sistemlerin daha verimli olabileceği unutulmamalıdır (Berköz, 1983).

Yapılarda tüketilen enerjinin büyük bir çoğunluğunun ısıtma amaçlı olması, yenilenebilir enerji kaynak türlerinden ilk akla gelen güneş enerjisinin tasarımda etkin kullanımının, ısıtma enerjisi korunumu ve enerji etkinliği açısından önemini ortaya koymaktadır.

Ülkemizde potansiyel olarak çok büyük alanda etkili olan ve üretim maliyeti olmayan güneş enerjisinin yapılarda kullanımı, yöntemine bağlı olarak; toplayıcı, depolayıcı ve dağıtıcı ünitelerden oluşan aktif sistemler ve fanlar, pompalar veya karmaşık kontrolörler kullanılmadan güneş enerjisini toplayan, depolayan, dağıtan ve yapısal parametrelerle güneş enerjisinden yararlanan pasif sistemler olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir.

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda rol oynayan yapma çevreye ilişkin (yapısal) başlıca tasarım parametreleri olarak; binanın yeri, binanın yönlendiriliş durumu, binanın diğer binalara göre konumu, binanın formu ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri ele alınabilir (Berköz ve diğerleri, 1995).

Yapısal tasarım parametreleri; yapı dış yüzeyindeki güneş ışıınımı yükünün, güneş ışıınımı girdilerinin ve yapıların yitirdiği veya kazandığı toplam ısı miktarlarının dolayısıyla, yapı içi iklim durumunun ve yapma ısıtma yükünün belirleyicileri durumundadırlar. Bu durum, yapıların pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevini de yüklenmesi durumunu ortaya çıkarmaktadır. Yapıların pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak tanımlanmaları, yapısal tasarım parametrelerine ait uygun değerlerin belirlenmesi ile yapılabilir (Berköz, 1983).

Yapısal tasarım parametreleri değerlerinin belirlenmesinde, bu parametrelerin tamamının birlikte ele alınarak optimal değerlerin belirlenmesi olabileceği gibi daha az sayıda yapısal parametreyi bir arada ya da ayrı ayrı ele alan farklı yaklaşımlardan söz etmek mümkündür (Berköz, 1983). Bu bağlamda çalışma kapsamında, yapısal tasarım parametrelerinden olan bina formunun güneş ile ilişkisi irdelenmektedir.

Bir yapının şekli, geometrisi ve formu, aldığı güneş enerjisi ile enerji tüketimini de etkilemektedir (Markus ve Morris, 1980 aktaran Rashdi ve Embi, 2016). Bina şekli hem inşaat maliyetleri hem de binaların enerji maliyetleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Mingfang, 2002; Ourghi vd., 2007). Yani bir binanın şekli ve enerji tüketimi arasında yüksek bir bağlantı vardır (Ourghi vd., 2007). Mimari tasarım sürecinde bina formunun geliştirilmesi, şüphesiz enerji verimliliğinin daha iyi bir etki yaratmasını sağlayacaktır. Daha iyi bir enerji performansı elde etmek için bina şekli geliştirme esastır. Dışarıdan ve içeriden ısı kazanımına, bina biçiminin etkisi çok önemlidir (Rashdi ve Embi, 2016).

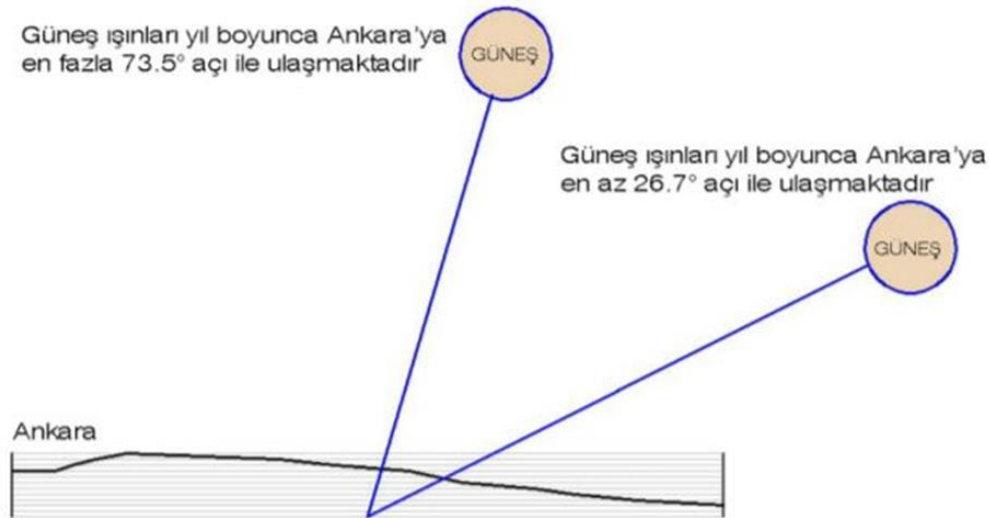
Bina formu; biçim faktörü (bina cephesinin derinliğine oranı), bina yüksekliği, çatı tipi (düz, beşik, kırma), döşeme türü (toprağa oturan döşeme, altı açık döşeme), çatı eğimi ve cephe eğimi gibi geometrik değişkenlerle tanımlanabilir (Berköz ve diğerleri, 1995). Bina formu ve bina kabuğu, iç mekân iklimini etkileyen en önemli parametrelerdir (Koçlar Oral ve Yılmaz, 2003).

Bina formu ile ilişkilendirilen enerji etkin bina tasarımı konusunda yapılmış olan literatürde yer alan çalışmalarda, bina formu çoğunlukla; yüzey-hacim oranları, genişlik-uzunluk oranları, pencere-duvar oranları, çatı tipi gibi yapı görünüş oranları ve bina form tipleri olarak kompakt form, avlulu form, lineer form gibi belli başlı birkaç geometrik tip form ile doğrudan ilgilidir. Enerji etkin tasarım bağlamında bina formu çalışmalarında bunlar dışında çeşitli form değişkenlerinin denenmesi gerekmektedir (Rashdi ve Embi, 2016). Bu noktada, çalışmada kapsamında form parametresi, diğer çalışmalardan farklı olarak, biçimlendirme yaklaşımlarıyla birlikte düşünülerek geometrik ve organik mimari formlar olarak ele alınmaktadır.

3. FORM SINIFLAMALARI VE GÜNEŞ IŞINIMI ANALİZLERİ

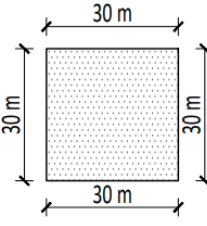
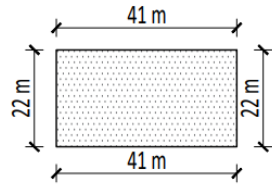
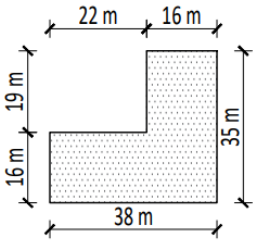
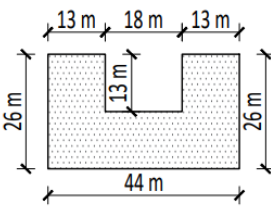
Çalışma kapsamında, biçimlendirme yaklaşımlarıyla tasarlanmış mevcut bina tipolojilerinin güncel yorumu ve güneşten maksimum enerji kazancı sağlamak amacıyla modernist tipolojilerin deforme edilerek oluşturulan ara varyasyonlarının iklim bölgesi özelinde yapılan güneş ışınlama analizleri sonucunda, güneşten maksimum enerji kazancı sağlayan mimari formların belirlenerek, yapılarda tüketilen ısıtma yükünün azaltılması ve ısı enerjisi kazancı bağlamında optimum mimari formların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu doğrultuda alan çalışmasının yapılacağı yer, kış dönemi soğuk geçen ve ısıtma yükünün fazla olduğu karasal iklime sahip Ankara ili olarak belirlenmiştir. Güneş ışınları Ankara iline (39 ve 57' kuzey enlemi, 32 ve 53' doğu boylamı), kış mevsiminde 26,7° (en düşük), yaz mevsiminde 73,5° (en dik), ilkbaharda 61,9° ve sonbaharda ise 39,5° açı ile gelmektedir (Yılmaz ve Memlük, 2008).



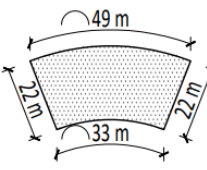
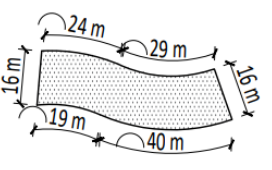
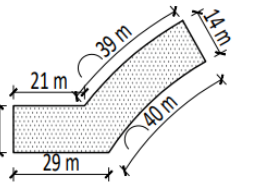
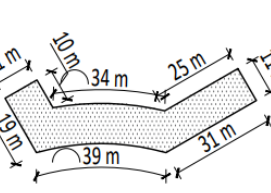
Şekil 1. Güneşin Ankara ili ile yaptığı en az ve en çok açılar (Yılmaz ve Memlük, 2008)

Analiz edilecek formlar belirlenirken, öncelikle taban alanları ($900 \pm 5 \text{ m}^2$) ve hacimleri (form yüksekliği 15 m) eşit kare, dikdörtgen, L tipi ve U tipi olmak üzere 4 tip geometrik form belirlenmiştir (Şekil 2). Burada formların taban alanı ve hacmi enerji kazanımlarını karşılaştırmak için eş tutulmuştur. Bu durumda formların kabuk yüzey alanları farklı olabilmektedir. Mimari tasarımda farklı işlev ve kapasitelere bağlı olarak, farklı alan-hacimde binalar olabilir. Bu durumda farklı hacim ve yüzey alanına sahip binalarda örnek kazanım oranları bu örneklerin birim enerji kazanımına bağlı olarak hesaplanmalıdır.

KARE FORM	DİKDÖRTGEN FORM	L TİPİ FORM	U TİPİ FORM
 Taban alanı: 900 m²	 Taban alanı: 902 m²	 Taban alanı: 904 m²	 Taban alanı: 903,5 m²

Şekil 2. Geometrik form planları

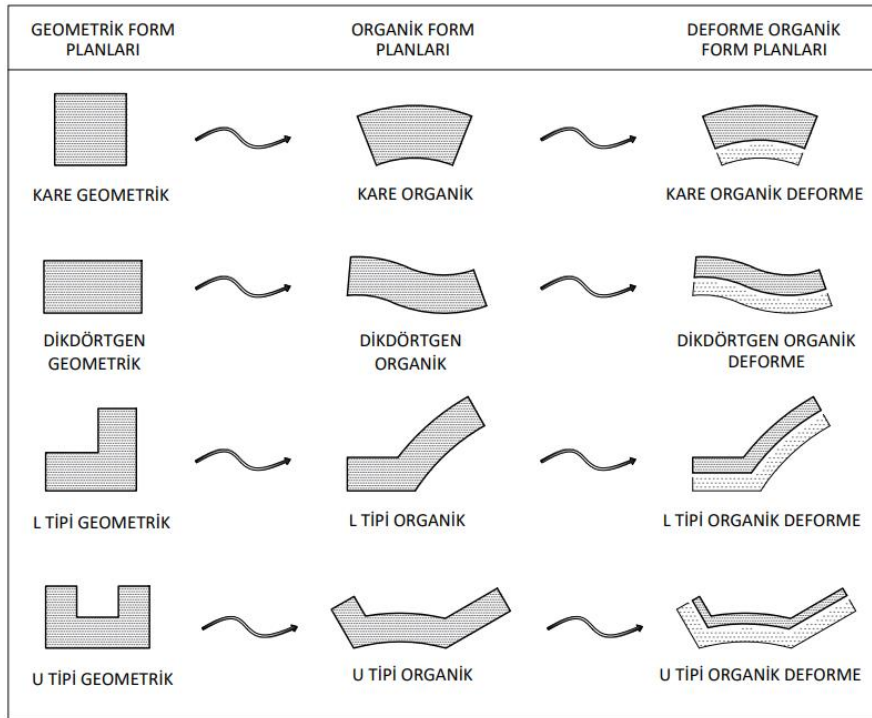
Bu formlardan türetilen organik ve deforme organik formlar oluşturulurken çalışmanın amacı olan güneşten maksimum enerji kazancı göz önünde bulundurulmuştur. Form alternatifleri geliştirilirken ilk olarak, geometrik formların güneşten faydalanabilecek yüzeyini artırmak amacıyla, form yüzeylerinin yatayda güneşe yönlenecek şekilde (kuzey yarım küre için güneye yönelme) eğilerek deforme edilmesiyle organik formlar oluşturulmuştur (Şekil 3).

Kare Formdan Türetilmiş Tip	Dikdörtgen Formdan Türetilmiş Tip	L Tipi Formdan Türetilmiş Tip	U Tipi Formdan Türetilmiş Tip
 Taban alanı: 900,64 m²	 Taban alanı: 901,19 m²	 Taban alanı: 903,06 m²	 Taban alanı: 902,85 m²

Şekil 3. Organik form planları

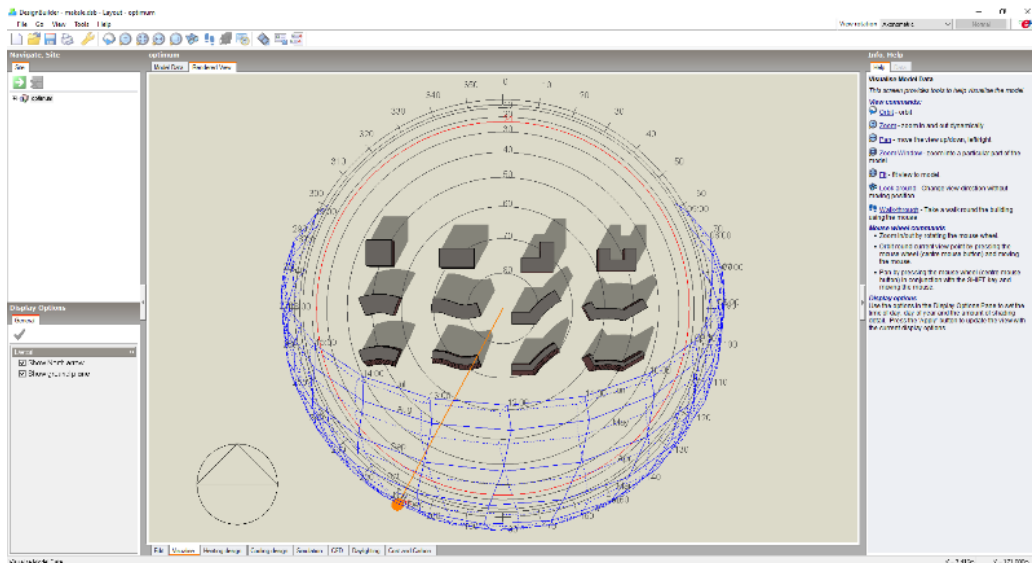
Yöntem olarak organik formların oluşturulması, formların güneşlenme süresini artırmak amacıyla güneye bakan yüzey alanlarının genişletilmesi esasına dayanmaktadır. Organik formlar da taban alanları (900±5 m²) ve hacimleri (form yüksekliği 15 m) eşit olacak şekilde oluşturulmuştur.

Son olarak, oluşturulan organik formların, güneşten enerji kazancını artırmak amacıyla güney cephelerinin düşeyde 26,7° (Ankara için kış aylarında güneşin geliş açısı) açıyla eğilmesiyle deforme edilmiş tipleri oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Geometrik- organik ve deforme organik form planları

Analiz edilmek üzere oluşturulan ve Tip 1 (kare geometrik form, kare organik form ve kare deforme organik form), Tip 2 (dikdörtgen geometrik form, dikdörtgen organik form ve dikdörtgen deforme organik form), Tip 3 (L tipi geometrik form, L tipi organik form ve L tipi deforme organik form), Tip 4 (U tipi geometrik form, U tipi organik form ve U tipi deforme organik form) olarak belirlenen toplam 12 form modelinin güneş ışınlamı analizleri DesignBuilder enerji simülasyon programının 6.1.6.011 versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda analizler yapılırken, tüm formların geniş yüzeyleri güneşten maksimum enerji kazancı sağlayabilmesi bakımından güneye yönlenecek (kuzey yarım küre için) şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 5). Analizler, çalışmanın amacı ısıtma yükünü azaltmak olduğundan soğuk dönemi kapsayacak şekilde 6 aylık periyot (Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları) olarak yapılmıştır.



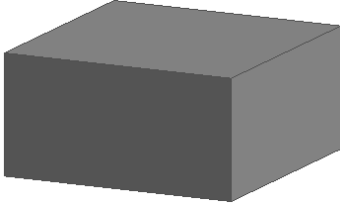
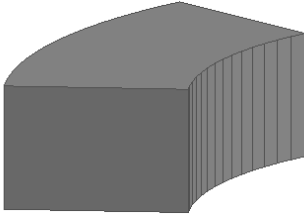
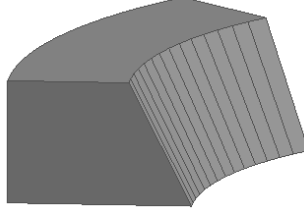
Şekil 5. DesignBuilder programında formların yönlendirmesine ilişkin çalışma ekranı

Çalışmada ortaya konulmak istenen sadece form parametresi ve güneş ilişkisi olduğundan, yapılan simülasyonlarda yapı çevre muaf tutularak analizler yapılmıştır. Çünkü yapı çevre dahil olduğunda bir de gölge durumu olduğundan, çevrenin etkisi dahil edilmeden sadece güneşle ilişki bağlamında önemli bir parametre olan form girdisi üzerinden çalışılmıştır.

Her bir form için ayrı ayrı yapılan analizlerde, formun 6 aylık periyotta tüm yüzeylerinde oluşan toplam güneş ışıınımı değerleri, formun toplam yüzey alanına bölünerek formun birim m² başına düşen toplam güneş ışıınımı kazanımı bulunmuştur. Daha sonra her bir tip form sınıfı kendi içerisinde birim m² kazanım değerleri cinsinden karşılaştırılarak, formların yüzeylerinde oluşan kazanç artışları yüzdelik olarak belirlenmiştir.

3.1. TİP 1 SINIF FORMLAR GÜNEŞ İŞİNIMI ANALİZLERİ

Tablo 1. Kare geometrik form – Türetilmiş organik form – Güney cephesi düşeyde 26,7° açıyla eğilmiş deforme organik form

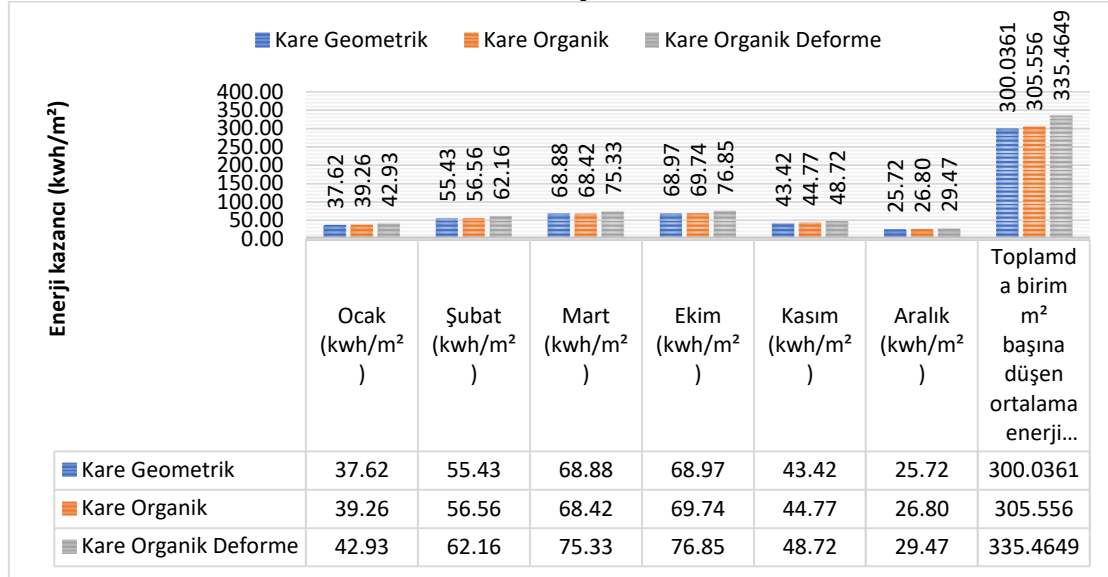
		
Taban Alanı: 900 m ² Cephe Yüzey Alanı: 1800 m ²	Taban Alanı: 900,64 m ² Cephe Yüzey Alanı: 1888,04 m ²	Taban Alanı: 900,64 m ² Cephe Yüzey Alanı: 1880,11 m ²

Yukarıda görselleri bulunan ve tip 1 olarak adlandırılan kare geometrik, kare organik ve kare deforme organik formların 6 aylık periyodu içeren, güneşten gelen enerjinin formların yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazançlarının analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, soğuk dönemde, kare geometrik formun yüzeylerinde toplam 540065 kwh, kare organik formun yüzeylerinde toplam 576902 kwh ve kare deforme organik formun yüzeylerinde toplam 630711 kwh enerji kazancı oluşmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Kare geometrik – Kare organik – Kare deforme organik formlar enerji kazançları

Formlar	Aylık Enerji Kazancı (kwh)						Toplam Enerji Kazancı
	Ocak	Şubat	Mart	Ekim	Kasım	Aralık	
Kare	67716	99768	123984	124148	78152	46297	540065
Kare organik	74131	106789	129186	131674	84522	50600	576902
Kare deforme organik	80720	116863	141635	144490	91590	55413	630711

Tablo 3. Kare geometrik – Kare organik – Kare deforme organik formlar birim m² enerji kazançları



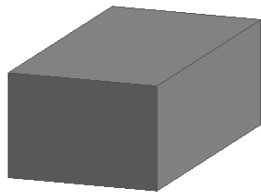
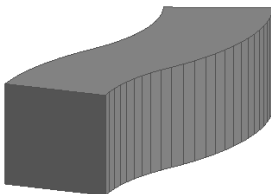
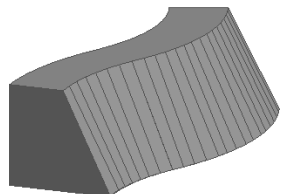
Bu formların soğuk dönemde birim m² başına düşen ortalama güneş ışınlamı miktarları ise, kare geometrik formun 300,0361111 kwh/m², kare organik formun 305,5560264 kwh/m² ve kare deforme organik formun 335,4649462 kwh/m²'dir (Tablo 3).

Bu formların güneşten elde ettikleri birim m²'ye düşen ortalama enerji kazançları karşılaştırıldığında; kare geometrik forma oranla kare organik formun enerji kazancı %1,84 ve kare organik forma oranla kare deforme organik formun enerji kazancı ise %9,79 artış göstermektedir. Kare deforme organik formun kare geometrik forma oranla enerji kazanç artışı ise %11,81 olmaktadır.

Analiz sonuçlarında da anlaşılabileceği üzere, güneşten gelen enerjinin geometrik kare formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı, türetilmiş organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Güneşten gelen enerjinin türetilmiş organik formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı ise deforme organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Yani geometrik kare formun güneşten faydalanabilecek yüzeyini artırmak amacıyla güneye bakan yüzeyinin yatayda eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan organik formun olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Benzer şekilde organik formun güneye yönelen yüzeyinin güneşten kazancını artırmak amacıyla güneşin geliş açısına göre düşeyde eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan deforme organik formun da olumlu sonuç verdiği görülmüştür.

3.2. TİP 2 SINIF FORMLAR GÜNEŞ IŞINIMI ANALİZLERİ

Tablo 4. Dikdörtgen geometrik form – Türetilmiş organik form – Güney cephesi düşeyde 26,7° açıyla eğilmiş deforme organik form

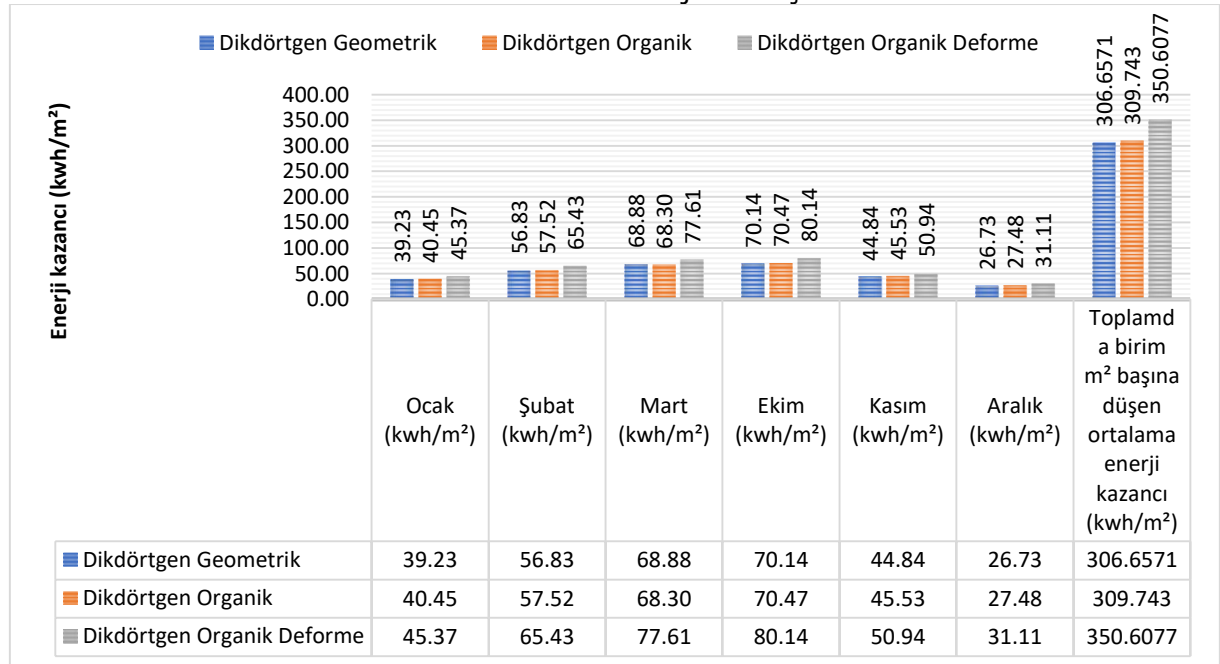
		
Taban Alanı: 902 m ² Cephe Yüzey Alanı: 1890 m ²	Taban Alanı: 901,19 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2173,03 m ²	Taban Alanı: 901,19 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2136,69 m ²

Yukarıda görselleri bulunan ve tip 2 olarak adlandırılan dikdörtgen geometrik, dikdörtgen organik ve dikdörtgen deforme organik formların 6 aylık periyodu içeren, güneşten gelen enerjinin formların yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazançlarının analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, dikdörtgen geometrik formun yüzeylerinde toplam 579582 kwh, dikdörtgen organik formun yüzeylerinde toplam 673081 kwh ve dikdörtgen deforme organik formun yüzeylerinde toplam 749140 kwh enerji kazancı oluşmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Dikdörtgen geometrik – Dikdörtgen organik – Dikdörtgen deforme organik formlar enerji kazançları

Formlar	Aylık Enerji Kazancı (kwh)						Toplam Enerji Kazancı
	Ocak	Şubat	Mart	Ekim	Kasım	Aralık	Soğuk dönemde form yüzeyinde oluşan toplam enerji kazancı (kwh)
Dikdörtgen	74147	107404	130185	132572	84755	50519	579582
Dikdörtgen organik	87901	124982	148422	153124	98937	59715	673081
Dikdörtgen deforme organik	96943	139807	165822	171243	108847	66478	749140

Tablo 6. Dikdörtgen geometrik – Dikdörtgen organik – Dikdörtgen deforme organik formlar birim m² enerji kazançları



Bu formların soğuk dönemde birim m² başına düşen ortalama güneş ışınlama miktarları ise, dikdörtgen geometrik formun 306,6571429 kwh/m², dikdörtgen organik formun 309,7430776 kwh/m² ve dikdörtgen deforme organik formun 350,6077157 kwh/m²'dir (Tablo 6).

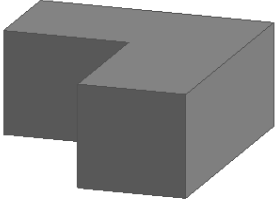
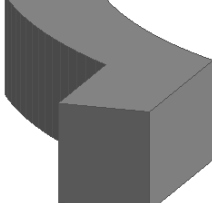
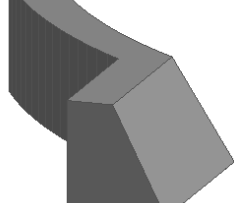
Bu formların güneşten elde ettikleri birim m²'ye düşen ortalama enerji kazançları karşılaştırıldığında; dikdörtgen geometrik forma oranla dikdörtgen organik formun enerji kazancı %1,01 ve dikdörtgen organik forma oranla dikdörtgen deforme organik formun

enerji kazancı ise %13,19 artış göstermektedir. Dikdörtgen deforme organik formun dikdörtgen geometrik forma oranla enerji kazanç artışı ise %14,33 olmaktadır.

Analiz sonuçlarında da anlaşılabileceği üzere, güneşten gelen enerjinin geometrik dikdörtgen formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı, türetilmiş organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Güneşten gelen enerjinin türetilmiş organik formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı ise deforme organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Yani geometrik dikdörtgen formun güneşten faydalanabilecek yüzeyini artırmak amacıyla güneşe bakan yüzeyinin yatayda eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan organik formun olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Benzer şekilde organik formun güneşe yönelen yüzeyinin güneşten kazancını artırmak amacıyla güneşin geliş açısına göre düşeyde eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan deforme organik formun da olumlu sonuç verdiği görülmüştür.

3.3. TİP 3 SINIF FORMLAR GÜNEŞ IŞINIMI ANALİZLERİ

Tablo 7. L tipi geometrik form – Türetilmiş organik form – Güney cephesi düşeyde 26,7° açıyla eğilmiş deforme organik form

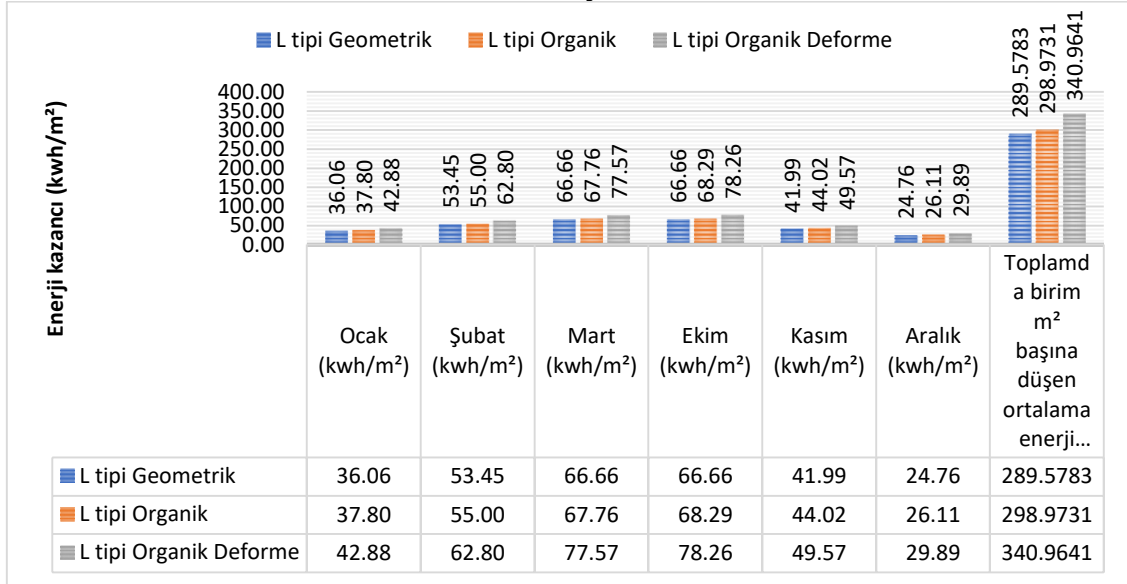
		
Taban Alanı: 904 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2175 m ²	Taban Alanı: 903,06 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2355,85 m ²	Taban Alanı: 903,06 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2326,79 m ²

Yukarıda görselleri bulunan ve tip 3 olarak adlandırılan L tipi geometrik, L tipi organik ve L tipi deforme organik formların 6 aylık periyodu içeren, güneşten gelen enerjinin formların yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazançlarının analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, soğuk dönemde, L tipi geometrik formun yüzeylerinde toplam 629833 kwh, L tipi organik formun yüzeylerinde toplam 704336 kwh ve L tipi deforme organik formun yüzeylerinde toplam 793352 kwh enerji kazancı oluşmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. L tipi geometrik – L tipi organik – L tipi deforme organik formlar enerji kazançları

Formlar	Aylık Enerji Kazancı (kwh)						Toplam Enerji Kazancı
	Ocak	Şubat	Mart	Ekim	Kasım	Aralık	
L tipi	78429	116252	144992	144975	91332	53853	629833
L tipi organik	89040	129572	159642	160882	103699	61501	704336
L tipi deforme organik	99770	146113	180486	182106	115336	69541	793352

Tablo 9. L tipi geometrik – L tipi organik – L tipi deforme organik formlar birim m² enerji kazançları



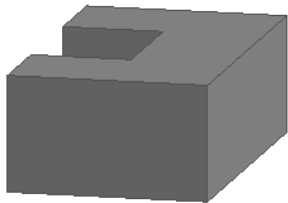
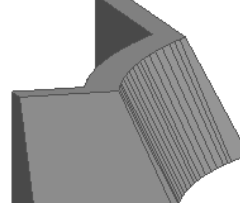
Bu formların soğuk dönemde birim m² başına düşen ortalama güneş ışınlamı miktarları ise, L tipi geometrik formun 289,5783908 kwh/m², L tipi organik formun 298,9731944 kwh/m² ve L tipi deforme organik formun 340,9641609 kwh/m²'dir (Tablo 9).

Bu formların güneşten elde ettikleri birim m²'ye düşen ortalama enerji kazançları karşılaştırıldığında; L tipi geometrik forma oranla L tipi organik formun enerji kazancı %3,24 ve L tipi organik forma oranla L tipi deforme organik formun enerji kazancı ise %14,05 artış göstermektedir. L tipi deforme organik formun L tipi geometrik forma oranla enerji kazanç artışı ise %17,75 olmaktadır.

Analiz sonuçlarında da anlaşılabileceği üzere, güneşten gelen enerjinin geometrik L tipi formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı, türetilmiş organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Güneşten gelen enerjinin türetilmiş organik formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı ise deforme organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Yani geometrik L tipi formun güneşten faydalanabilecek yüzeyini artırmak amacıyla güneye bakan yüzeyinin yatayda eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan organik formun olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Benzer şekilde organik formun güneye yönelen yüzeyinin güneşten kazancını artırmak amacıyla güneşin geliş açısına göre düşeyde eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan deforme organik formun da olumlu sonuç verdiği görülmüştür.

3.4. TİP 4 SINIF FORMLAR GÜNEŞ IŞINIMI ANALİZLERİ

Tablo 10. U tipi geometrik form – Türetilmiş organik form – Güney cephesi düşeyde 26,7° açıyla eğilmiş deforme organik form

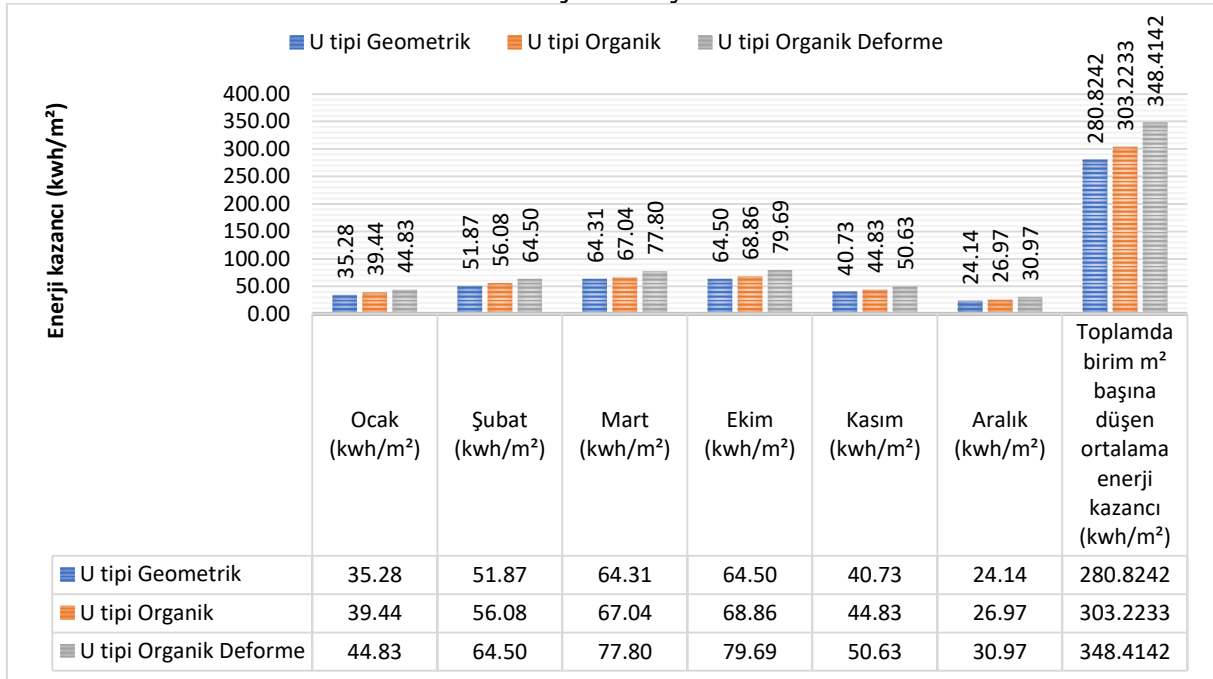
		
Taban Alanı: 903,5 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2475 m ²	Taban Alanı: 902,85 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2694,44 m ²	Taban Alanı: 902,85 m ² Cephe Yüzey Alanı: 2616,05 m ²

Yukarıda görselleri bulunan ve tip 4 olarak adlandırılan U tipi geometrik, U tipi organik ve U tipi deforme organik formların 6 aylık periyodu içeren, güneşten gelen enerjinin formların yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazançlarının analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, soğuk dönemde, U tipi geometrik formun yüzeylerinde toplam 695040 kwh, U tipi organik formun yüzeylerinde toplam 817017 kwh ve U tipi deforme organik formun yüzeylerinde toplam 911469 kwh enerji kazancı oluşmaktadır (Tablo 11).

Tablo 11. U tipi geometrik – U tipi organik – U tipi deforme organik formlar enerji kazançları

Formlar	Aylık Enerji Kazancı (kwh)						Toplam Enerji Kazancı
	Ocak	Şubat	Mart	Ekim	Kasım	Aralık	Soğuk dönemde form yüzeyinde oluşan toplam enerji kazancı (kwh)
U tipi	87324	128370	159158	159636	100801	59751	695040
U tipi organik	106276	151094	180648	185541	120781	72677	817017
U tipi deforme organik	117275	168730	203538	208471	132443	81012	911469

Tablo 12. U tipi geometrik – U tipi organik – U tipi deforme organik formlar birim m² enerji kazançları



Bu formların soğuk dönemde birim m² başına düşen ortalama güneş ışınlı miktarları ise, U tipi geometrik formun 280,824242 kwh/m², U tipi organik formun 303,223043 kwh/m² ve U tipi deforme organik formun 348,4142123 kwh/m²'dir (Tablo 12).

Bu formların güneşten elde ettikleri birim m²'ye düşen ortalama enerji kazançları karşılaştırıldığında; U tipi geometrik forma oranla U tipi organik formun enerji kazancı %7,98 ve U tipi organik forma oranla U tipi deforme organik formun enerji kazancı ise %14,9 artış göstermektedir. U tipi deforme organik formun U tipi geometrik forma oranla enerji kazanç artışı ise %24,07 olmaktadır.

Analiz sonuçlarında da anlaşılabacağı üzere, güneşten gelen enerjinin geometrik U tipi formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı, türetilmiş organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Güneşten gelen enerjinin türetilmiş organik formun yüzeylerinde oluşturduğu enerji kazancı ise deforme organik formun kazancına oranla daha düşüktür. Yani geometrik U tipi formun güneşten faydalanabilecek yüzeyini artırmak amacıyla güneye bakan yüzeyinin yatayda eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan organik formun olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Benzer şekilde organik formun güneye yönelen yüzeyinin güneşten kazancını artırmak amacıyla güneşin geliş açısına göre düşeyde eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan deforme organik formun da olumlu sonuç verdiği görülmüştür.

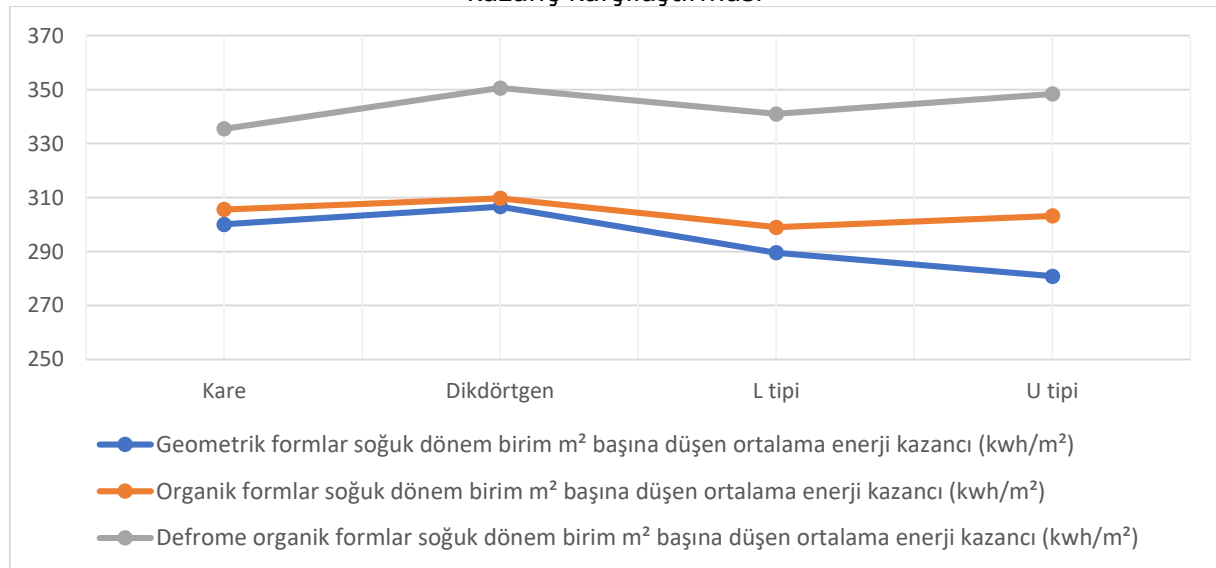
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde mimari tasarımda güncel girdi olan enerji etkinlik ve sürdürülebilir enerji eldesi amacı ile bina formları son derece önem kazanmıştır. Bir binanın şeffaf yüzeylerine ek olarak tüm sağır yüzeyleri yani bina kabuğu alanı da enerji kazancı sağlanabilecek alanlar olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle şeffaf ve sağır tüm bina kabuğunun tamamından elde edilen maksimum düzeyde güneş enerjisi tasarımda ilk kriter olarak ele alınmaktadır.

Geometrik ve organik bina formlarının ele alındığı bu çalışmada, öncelikle güneş enerjisinden yararlanma bakımından değerli yön olan güney cepheye (kuzey yarım küre için) yönelme amacıyla, oluşturulacak tüm formların geniş yüzeylerinin güneye bakacak şekilde konumlandırılması gerekliliği belirlenmiştir. Form alternatifleri geliştirilirken ise güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanma amacı göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda 4 tip geometrik, 4 tip organik ve 4 tip deforme organik mimari form olmak üzere toplam 12 form modeli belirlenmiş ve güneş enerjisi kazanım analizleri yapılmıştır.

Analiz edilen geometrik, organik ve deforme organik formların güneşten gelen enerji sonucunda yüzeylerinde oluşan kazançlara bakıldığında, geometrik formların soğuk dönem birim m² başına düşen enerji kazançlarının, bu formların güneşlenme süresini artırmak amacıyla güneye bakan yüzey alanını genişletmek amacıyla deforme edilerek oluşturulan organik formların kazançlarına oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca organik formların güneşten enerji kazancını artırmak amacıyla, güneye bakan yüzeylerinin düşeyde güneş geliş açısına göre eğilerek deforme edilmesiyle oluşturulan tip formlarında en çok güneş kazanımı sağladığı görülmektedir (Tablo 13).

Tablo 13. Geometrik – Organik – Deforme organik formlar soğuk dönem birim m² enerji kazanç karşılaştırması



Güneşin yaz-kış, doğu-batı hareket eksenini takip ederek biçimlenen eğrisel organik formlu binaların, daha fazla güneş enerjisi kazanımı sağladığı görülmüştür. Buna ek olarak güneş yörüngesinin çizdiği yayın yaz ve kış olarak yeryüzüyle yaptığı açının da bina yüzeyinin enerji kazanımını etkilediği görülmüştür. Yeryüzüne dikey bina cepheleri yerine, kesitte güneş hareket yörüngesinin yeryüzüyle yaptığı açıya bağlı olarak eğimli tasarlanan yüzeylerde en fazla güneş enerjisi kazanımını sağlandığı görülmüştür.

Sonuç olarak, yapılan çalışma ile masif geometrik formlar yerine, güneşe yönelen deforme edilmiş organik formların tercih edilmesiyle daha fazla güneş enerjisi kazanımı sağlamanın olanaklı olduğu ortaya konulmuştur.

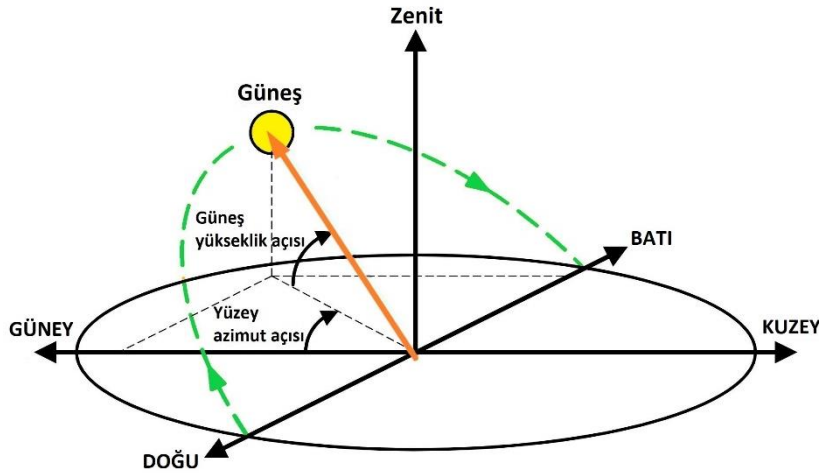
Yapılan çalışmada soğuk dönem ısıtma yükü ele alınmış olup yaz döneminde aşırı ısı kazancından korunmanın da yapı kabuğunda mutlaka birtakım önlemlerle dikkate alınması ve tasarımda yer alması gerekmektedir. Çift kabuk, güneş ve rüzgâr bacaları, atriumlar, güneş kırıcılar, doğal havalandırmayı sağlayacak doluluk-boşluk oranının uygun şekilde yerleştirilmesi, gölgeleme elemanlarının tasarımı gibi önlemler düşünülerek tasarımlar yapılmalıdır.

Öneriler olarak enerji etkin mimari tasarım süreci iki başlık altında ele alınmaktadır.

1- Kentsel tasarım sürecinde enerji etkin tasarım:

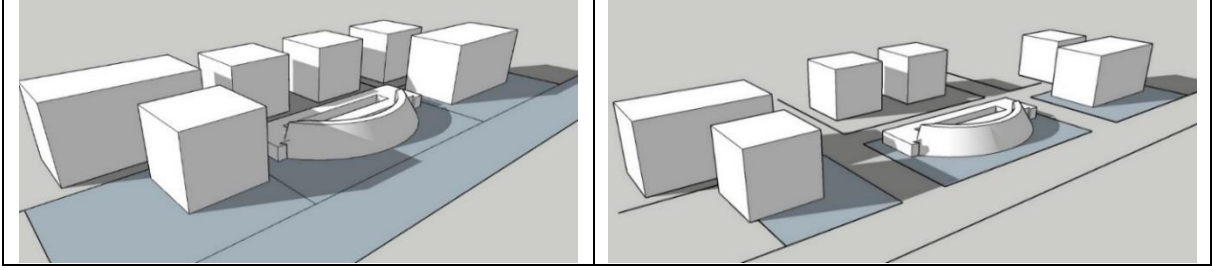
Bina tasarımı öncesi, binanın yer alacağı kent parçası, mülkiyetlere göre parselasyon, dönüşüm, imar kuralları, bina biçimini etkilemektedir. Bu nedenle kentsel tasarım, mimari tasarım öncesi belirleyici olmaktadır. Bu aşamada,

- Yerleşim planlamasında kuzey yarımküre için doğu-batı yönünde güneye yönelme olmalıdır.
- Yerleşim alanının güneş simülasyonu yapılarak, kentsel bölgenin azimut açıları elde edilerek, mülki parselasyonda dikkate alınmalıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Kuzey yarımküre güneş hareket yörüngesi, yükseklik ve azimut açıları

- Tasarım öncesi coğrafi noktanın gün ışığı kazanımının saat olarak süresi de kw/h x saat olarak bilinmesi, binanın yıllık toplam enerji kazanım değeri için ön veri olacaktır.
- Topografya güneş tasarımı amaçlı göz önünde bulundurulmalı, yollar yapı parsellerinin farklı kotlarda teraslamalı, güneş enerjisi alacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Emsal, saçak kotu gibi imar değerleri bina yükselmeleri ile birbirlerini gölgelemeye neden olmamalıdır. Parsel yerine, geniş ada bölünmelerine gidilmelidir. Yapı adaları geniş tutulmalı, yapı yaklaşım mesafeleri büyük tutulmalıdır (Şekil 7).

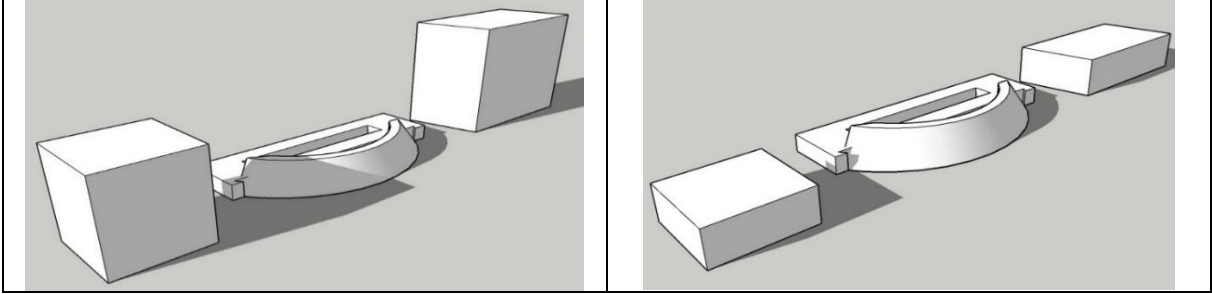


Şekil 7. Parsel bazı yoğun ve ada bazı daha az yoğun yapılaşmanın gölgeleme etkisi

2- Bina tasarımı sürecinde enerji etkin tasarım:

Kentsel tasarımda güneş enerjisi kazanımı amaçlı adımları takip eden aşama bina tasarımı olmaktadır. Üst ölçekteki adımların bina tasarımına etkileri bu aşamada öncelikle tasarım alanının güneş ve gölgeleme simülasyonu yapılmalıdır.

Bu simülasyonda, tasarımın coğrafi noktası seçilerek, çevre yapıların tasarlanacak binaya gölgeleme etkisi takip edilmelidir (Şekil 8). Çevre yapıların yükseklikleri ve ara mesafeler burada önem kazanmaktadır.



Şekil 8. Parsel ve ada bazında yapılaşmada çevre bina yüksekliklerinin gölgeleme etkisi

Kesin tasarım aşamasında ise, tasarlanan binanın çevre yapılar ile bilgisayar ortamında yine güneş kazanım ve gölgelemelerinin simülasyonu yapılarak, yapı kabuğu radyasyon kazanımı gözlenmelidir. Burada yapı içi gün ışığı aydınlatma durumu da elde edileceğinden, enerji etkinlik bağlamında ek faydalar sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Berköz, E. (1983). Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Berköz, B., Yılmaz Aygün, Z., Kocaaslan, G., Yıldız, E., Ak, F. ve diğerleri. (1995). Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımı. Tübitak-Intag, Proje No:201, İ.T.Ü., İstanbul.
- Çelebi, G., Gültekin, A.B., Ulukavak Harputlugil, G., Bedir, M., Tereci, A. (2008). Yapı Çevre İlişkileri. TMMOB Mimarlar Odası SMGM Yayınları No:10.
- Koçlar Oral, G. ve Yılmaz, Z. (2003). Building Form for Cold Climatic Zones Related to Building Envelope from Heating Energy Conservation Point of View. Energy and Buildings, 35, 383-388.
- Mingfang, T. (2002). Solar Control for Buildings. Building and Environment, 37, 659-664.
- Ourchi, R., Al-Anzi, A., Krarti, M. (2007). A Simplified Analysis Method to Predict the Impact of Shape on Annual Energy Use for Office Buildings. Energy Conversion and Management, 48, 300-305.
- Rashdi, W. S. S. W. M. ve Embi, M. R. (2016). Analysing Optimum Building Form in Relation to Lower Cooling Load. Procedia Social and Behavioral Sciences, 222, 782-790.
- Utku, G. S. (1999). Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimar Tesisat Mühendisi İş Birliği. IV. Ulusal Tesisat



- Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No: 229/1, Cilt 1, 21-36, İzmir.
- Utkutuğ, G. S. (2000). Yeni Yüzyıla Girerken Bina Tasarımı Ekoloji/Enerji Etkin/Akıllı Bina. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, Sayı 14.
- Yılmaz, T. ve Memlük, M. (2008). Vadilerde Rüzgâr ve Güneş Hareketlerine Bağlı Planlama ve Tasarım Olanakları, Ankara Büyükesat Vadisi Örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, 21(2), 193-204.