



Kısa Makale

Binaların GZK-GPS Yöntemiyle Aplikasyonu

Fatih TAKTAK, İbrahim TİRYAKİOĞLU, A. Kazım TELLİ, İbrahim YILMAZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Afyonkarahisar

ÖZET

Son yıllarda çeşitli disiplinlerce de kullanılmaya başlanan Gerçek Zamanlı Kinematik Global Konum Belirleme Sistemi (GZK-GPS) özellikle jeodezik çalışmalarda yeni bir çığır açmıştır. GZK-GPS referans alıcısı, koordinatları bilinen bir noktaya kurulduğundan, elde edilen faz gözlemleri için düzeltmeler hesaplanmakta ve düzeltmeler radyo-modemler vasıtasıyla gezici alıcıya iletilmektedir. Gezici istasyon tarafından bu şekilde elde edilen düzeltmeler, değerlendirilmekte ve gerçek zamanlı konum bilgisini son derece hızlı ve cm mertebesinde verebilmektedir. GZK-GPS yöntemi özellikle poligon, nirengi noktası ölçümleri ve detay alımı çalışmalarında kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Gerçek Zamanlı Kinematik Global Konum Belirleme Sistemi'nin uygulamada aplikasyon amacıyla kullanılması araştırılmış, pratik jeodezideki diğer aplikasyon yöntemlerine göre avantaj ve dezavantajları ve inşaat mühendisliği ile ilgili çalışmalarda da kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: GZK-GPS, Aplikasyon Yöntemleri, İnşaat

1. GİRİŞ

Günümüz ekonomik koşullarında yatırım yapan firmalar için zamanın ve doğruluğun önemi kuşkusuz büyüktür. Yatırım yapan firma, yaptığı yatırımın geriye dönüş hızının yüksek olmasını ister. Bu nedenle komple yeni yatırım yapan firmalarda yatırımın başlangıcı olan inşaatın önemi ön plana çıkmaktadır. İnşaatın süresinin kısaltılması ve doğruluğunun artırılması direkt olarak inşaat yapım tarzıyla ilgilidir.

Diğer işlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de talep edilen bir doğruluk vardır. Talep edilen doğruluğa göre ölçme yöntemi ve kriterleri seçilir. Binanın aplikasyonda elde edilecek hassasiyet, seçilecek ölçme yöntemi ve kriterlere göre değişkenlik arz edebileceği gibi, ileride büyük zararlara yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle bir mühendislik hizmetinde tasarlanan geometrinin talep edilen doğruluğu karşılayacak şekilde araziye aktarılması önemlidir.

Vaziyet veya konum planı üzerine yerleştirilmiş olan binalara ait köşe noktalarının, planı üzerinden elde edilen aplikasyon elemanlarından yararlanılarak aktarılması işlemine binanın aplikasyonu denir. Bir aplikasyon modelinde, applike edilen noktaların birbirleri tarafından türetilmemesi gereklidir. Bu durumda türetilen noktaların hatalarını da birlikte taşıması söz konusu değildir. Bu nedenle, applike edilen her nokta aynı ve yüksek doğruluğa sahiptir.

Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) ile yapılan ölçmelerde çoğunlukla koordinatı bilinmeyen noktaların koordinatları, koordinatı bilinen birkaç nokta referans alınarak bağıl ölçmeler ile

belirlenmektedir. Bu ölçme tekniğinde bilinmeyen noktaların koordinatları ölçme sonrası değerlendirmeler ile hesaplanmaktadır.

Haritacılık dışındaki çalışmalarda da ihtiyaç duyulan GPS ile konum belirlemeyi iki ana kısımda incelemek mümkündür. Birincisi, yerkağu hareketlerinin belirlenmesi, köprü, baraj, gökdelenler gibi mühendislik yapılarındaki deformasyonların tespiti gibi yüksek doğruluk beklenen ölçme ve jeodezik amaçlı çalışmalar, ikincisi ise navigasyon uygulamalarıdır [1].

Bilim adamları ve mühendisler bu sebeple ölçme ve navigasyon uygulamalarında rahatlıkla kullanılabilir ve doğruluğu arttıracak yeni teknikler geliştirmişlerdir. Gerçek Zamanlı Kinematik GPS (GZK-GPS) yöntemi kullanılarak taşıyıcı faz gözlemleri ile santimetre doğruluğunda gerçek zamanlı ölçme yapmak mümkün olmaktadır [2]. Bu gelişmeyle birlikte bu çalışmada GZK-GPS'in, detay alımı ve aplikasyon gibi çalışmalarda klasik yöntemlere alternatif olmasına yönelik bir uygulama yapılmıştır.

2. PROJE APLİKASYONU

Yapılan imar planları, yapı, yol ve demiryolu projeleri, bahçe mimarisine ilişkin düzenleme planları vb. projeleri zemine uygulama işlerine aplikasyon denir. Aplikasyon, harita veya planların yapımı amacı ile arazide tesis edilmiş olan poligon noktası vb. gibi sabit noktalardan yararlanılarak yapılır. Aplikasyon, çoğunlukla hassasiyet gerektiren çalışmalardır.

Bir mühendislik hizmetinde planlanan geometrinin istenen doğruluğu karşılayacak şekilde araziye aktarılması gerekir. Yatay geometrinin araziye aktarılması işlemi, konum aplikasyonudur. Konum aplikasyonuna en güzel örnek "binaların aplikasyonu" dur.

Her işte talep edilen bir doğruluk olmalıdır. Talep edilen doğruluğa göre ölçme yöntemi ve kriterleri seçilir. Aplikasyonda elde edilecek doğruluk, seçilecek ölçme yöntemi ve kriterlere göre değişkenlik arz edebileceği gibi, ilerde büyük zararlara yol açabileceği göz ardı edilmemelidir (URL. 1).

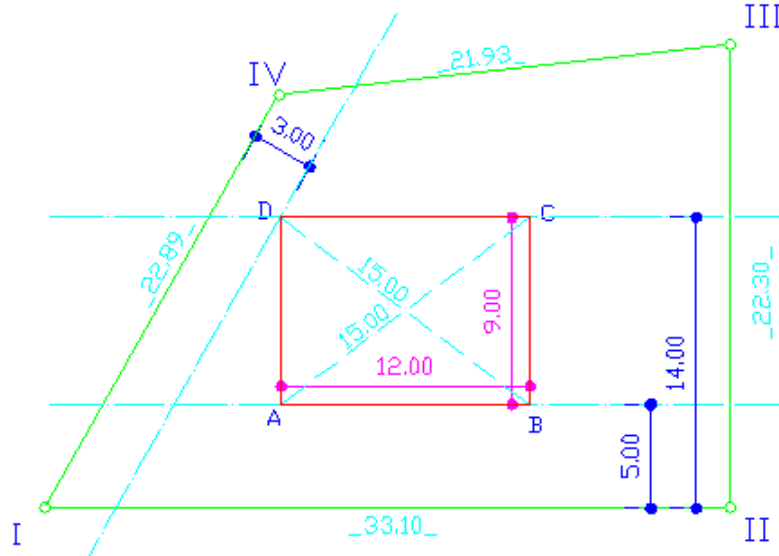
2.1 Konum Aplikasyonu

Vaziyet veya konum planı üzerine yerleştirilmiş olan bir binaya ait köşe noktalarının, planı meydana getiren aplikasyon değerlerinden yararlanılarak arazideki yerine aktarılması işlemine binanın aplikasyonu denir. Ölçme işleminin tersi yaklaşımıyla düşünülebilir. Genel anlamda yerine uygulamak veya işaretlemek şeklinde tanımlanabilir. Aplikasyon yatay ve düşey olmak üzere ikiye ayrılır. Bu çalışmada yatay aplikasyonla ilgili bir çalışma olacaktır. Başlangıçta, aplikasyona yönelik, saha içinde uygun sayı ve konumda nirengi, poligon gibi ölçme işlemi yapılacak noktaların arazide mevcudu varsa bunlar kullanılır. Mevcut nokta bulunmuyorsa yeniden nokta oluşturulması gerekmektedir. Binaların aplikasyonunda şantiyelerde uygulanan bir sistem vardır. Ayrıca Jeodezi ve Fotogrametri Mühendislerinin kendine özgü uygulama sistemleri vardır.

2.1.1 şantiyelerde Uygulanan Yöntem

Bu yöntemde mevcut parsel sınırları yardımıyla, metre ve jalonlar ile bina cephe doğrultularının parsel cephesine paralel gelecek şekilde iki bina cephesi istenilen mesafelere çekilerek aplike edilmektedir kontrol olarak ta diğer bina cepheleri ölçülmektedir (Şekil 1). Bu yöntemde dikkat edilmesi gerekenler,

- Binanın bütün noktaları mevcut olan parsel sınırları yardımıyla türetilerek aplike edilmektedir
- Türetilen noktaların hatalarının da birlikte taşınması söz konusudur
- Bu çalışma zaman alan bir yöntemdir
- Ancak bazı kontroller yaparıktan aplikasyonun doğruluğundan emin olunabilmektedir.



Şekil 1 Metre ve jalon yardımıyla aplikasyon (URL. 1).

2.1.2 Pratik Jeodezide kullanılan Uygulama Yöntemleri

Teknolojik gelişmelerle geçmişten günümüze kullanılan yöntemlerde de değişimler olmaktadır. Bu kullanılan yöntemler,

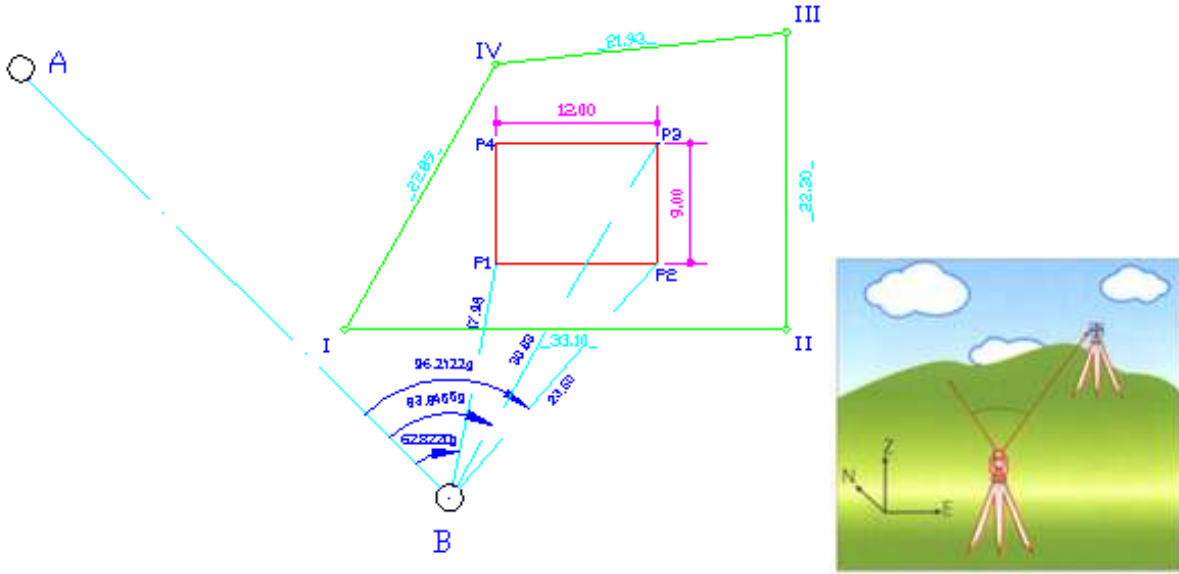
- Bağlama metodu (iki noktadan kenar kestirmesi)
- Kestirme metodu (iki noktadan açı kestirmesi)
- Dik koordinat metodu
- Kutupsal koordinat metodu

olarak sıralanır. En çok kullanılan yöntem kutupsal koordinat metodudur. Bu metotta yatay açı ve yatay uzunluk ölçme yöntemleri ve bunu sağlamak için de Elektronik Mesafe ölçer (Total Station) ölçme aletleri kullanılır. Ölçme aleti seçilirken açı okuma doğruluğu ve mesafe okuma doğruluğu, hassasiyeti etkileyen unsurlardandır.

Koordinatları bilinen iki nokta vasıtasıyla konumlaması hedeflenen yapıya ait noktanın applike edilmesi için, ölçme aleti applike edilecek alana en yakın olan noktaya kurulur ve diğer noktaya bağlanır ve applike edilecek noktaların değerleri yardımıyla yerleri tespit edilir. Bu yöntemde dikkat edilmesi gerekenler,

- Arazide sabit iki noktanın olması ve aplikasyonu yapılacak alana belirli mesafede yakın olması gereklidir
- Noktalar birbirini görmelidir
- Aleti kullanan ve reflektörcü olmak üzere en az iki elemana ihtiyaç vardır
- Karanlık ortamlarda çalışmak olanaksızdır

şeklinde sıralanabilir (Şekil 2).



Şekil 2 Kutupsal koordinat metodu (URL.1).

Diğer yöntem olan dik koordinat yönteminde ise aplikasyonu yapılacak binanın çevresinde en az iki sabit nokta bulunması gereklidir. Bu iki noktanın oluşturduğu doğru üzerine aplikasyonu yapılacak olan noktalara ait dik ayak ve dik boy ölçüleri prizma yardımıyla aplikasyonu yapılır. Bu ölçümün dezavantajı ise,

- Arazide sabit iki noktanın olması ve aplikasyonu yapılacak alana belirli mesafede yakın olması gereklidir
- Noktalar birbirini görmelidir
- Dik boyu 30 m. geçmemelidir
- Engebeli arazide kullanılmamalıdır
- Karanlık ortamlarda çalışmak olanaksızdır

olarak sıralanabilir.

3. GZK-GPS'İN ÇALIŞMA PRENSİBİ

GZK-GPS uygulamalarında, koordinatları daha önceden bilinen bir noktada GPS alıcılarından biri sabit olarak sürekli gözlem yaparken, diğer hareketli GPS alıcısı da konum çözümünü gerçekleştirir (Şekil 3). Sabit alıcı ile uydu arasındaki herhangi bir t zamanında ölçülen taşıyıcı faz uzunluğu ile, uydu-alıcı arasındaki koordinat farklarından hesaplanan geometrik uzunluk karşılaştırılır. Taşıyıcı faz ölçülerine getirilecek düzeltme ve düzeltme oranı hesaplanarak gezici alıcılara radyo dalgalarıyla iletilir [3]. Gezici alıcılar, kodlanarak radyo dalgaları üzerine modüle edilmiş olan düzeltmeleri alarak, kendi taşıyıcı faz ölçülerine düzeltme olarak getirirler. Böylelikle gezici alıcıların hassas olarak konumları belirlenir.

GZK-GPS yönteminde referans ve gezici istasyon alıcıları ne kadar çok sayıda uydu izlerse, tam sayı sabitleme işlemi o kadar hızlanır ve konum doğrulukları o kadar artar [4].

GZK-GPS yönteminin diğer GPS ölçme yöntemlerine göre avantajları,

- Sonradan hesap gerektirmez
- Çalışma bölgesinde ülke koordinat sisteminde bilinen birkaç nokta (3 nokta) olması durumunda diğer noktalar anında ülke koordinat sistemine arazide dönüştürülebilir

- Tüm noktaları doğru olarak ölçme güvencesi vardır
- Koordinatları bilinen noktalara oldukça duyarlı (santimetre düzeyinde) navigasyon ve aplikasyon yapılabilir
- Bu yöntem sayesinde GPS alıcıları çok hızlı olarak elektronik takeometre gibi kullanılabilir [5].

GZK-GPS tüm dünyada çok geniş kullanım alanları bulmuştur. Sağladığı konum hassasiyeti (yatayda ± 2 cm, düşeyde ± 4 cm) nedeniyle, kadastro çalışmaları, imar planı uygulamaları, hali hazır harita yapımı, madencilik ölçmeleri, fotogrametri gibi birçok jeodezik çalışmalarda kullanılmaktadır.

GZK-GPS in yersel yöntemlere göre daha hızlı ve duyarlı olması ve yöntemin büyük oranda ölçü kolaylığı sağlaması sistemin haritacılık çalışmalarda kullanımını arttırmıştır. Özellikle detay noktalarının alımı ve aplikasyon gibi çalışmalarda GZK-GPS sıkça kullanılır olmuştur [6].

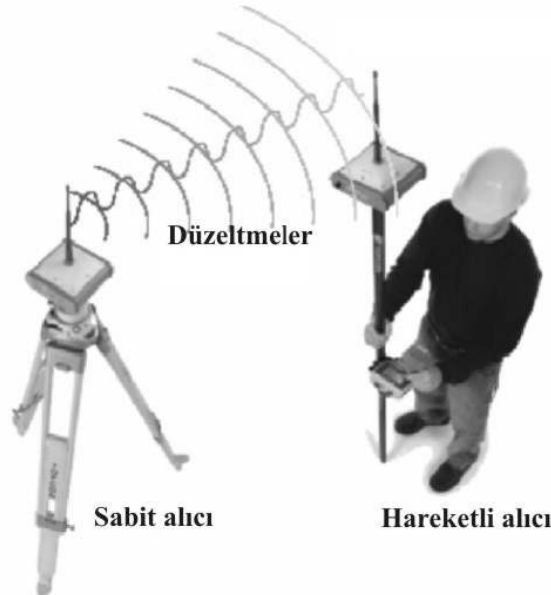
GZK-GPS yönteminin diğer jeodezik uygulama yöntemlerine göre avantajları,

- Aplikasyonu yapılacak alanda sabit bir noktanın olması yeterlidir
- Sabit noktanın aplikasyonu yapılacak alana yakın olması gerekmez
- Aplikasyon işi sadece bir kişiyle yapılabilir
- Sabit noktanın uygulama alanını görmesi gerekli değildir
- Karanlık ortamda çalışmak mümkündür
- Arazinin düz veya engebeli olması fark etmez

Dezavantajları ise,

- Alet uydular yardımıyla çalıştığı için etrafının açık olması gereklidir
- Aletin fiyatının günümüz şartlarında yüksek olması
- Aplikasyonu yapılacak noktaların elektrik alanı kapsadığı yerlerde olmaması gereklidir

olarak sayılabilir.



Şekil 3 RTK-GPS sistemi.

3.1 Radyo Modemler

GZK-GPS sisteminde, biri referans noktasındaki verici, diğeri gezicideki alıcı olmak üzere iki tane radyo modem kullanılır. Radyolar GPS sinyaline karışmayacak frekanslarda, örneğin 900 MHz ya da 450-470 MHz hızında yayın yaparlar.

GZK-GPS uygulamalarında referans istasyonunda hesaplanan verilerin her saniyede bir yenilenmesi gerekmektedir. GZK-GPS'deki bu zorunluluk nedeniyle gönderilen verinin hacmi artar. Bu nedenle 1800 baud oranında veya daha hızlı radyo vericileri kullanılmalıdır. GZK-GPS için genelde 19200 baud ile 9600 baud yayın oranları tercih edilmektedir [7].

4. UYGULAMA

Uygulama için Kocatepe Üniversitesi Ahmet Necdet Sezer Kampüs'ündeki tamamlanmış olan binaların plan koordinatları ötelenmiş ve boş bir arazi parçasına dik koordinat, kutupsal koordinat ve RTK-GPS yöntemiyle aplikasyonu yapılmıştır (Şekil 4). Aplikasyonun doğruluğunu kontrol etmek amacıyla araziye uygulanan noktaların uygulama yöntemlerine göre tekrar alımları (röleve) yapılmıştır. Alım sonrası aplikasyon yöntemlerine göre bulunan koordinat değerleri Tablo 1'de görülmektedir. Her bir yöntemden bina köşe nokta koordinatlarının aplikasyon koordinatlarından olan farkları alınarak Tablo 1'de dy ve dx sütunlarına işlenmiştir. dy: y koordinat farkları, dx: x koordinat farkları, ds ise;

$$ds = \sqrt{dy^2 + dx^2} \quad (1)$$

bağıntısından hesaplanan nokta konum doğruluğudur. 15/07/2005 tarihli Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğinin 45. madde esasına göre nokta konum doğruluğunun ± 7 cm den az olması istenmektedir. Tablo 1 incelendiğinde dik koordinat yönteminde 6, kutupsal koordinat yönteminde 3 sınırı aşan değer görülmüştür ve GZK-GPS yönteminde ise bütün değerler sınır değerinden küçüktür. Buradan GZK-GPS yönteminin diğerlerine göre daha doğru sonuçlar verdiği belirtilebilir.

Ayrıca aplikasyonu kontrol etmenin bir diğer yolu da cephelerin kontrolüdür. Uygulama için seçilen binalara ait 34 adet cephe vardır. Bu cephelerin aplikasyon koordinatlarından hesaplanan değerleri (olması gereken) ve diğer alım yöntemlerinden elde edilen koordinatlardan hesaplanan cephe değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Cephe kontrolünde yapılabilecek maksimum hata sınır değeri bağıntısı,

$$d_{\max} = 0.03 + 0.0005 \times S \quad (2)$$

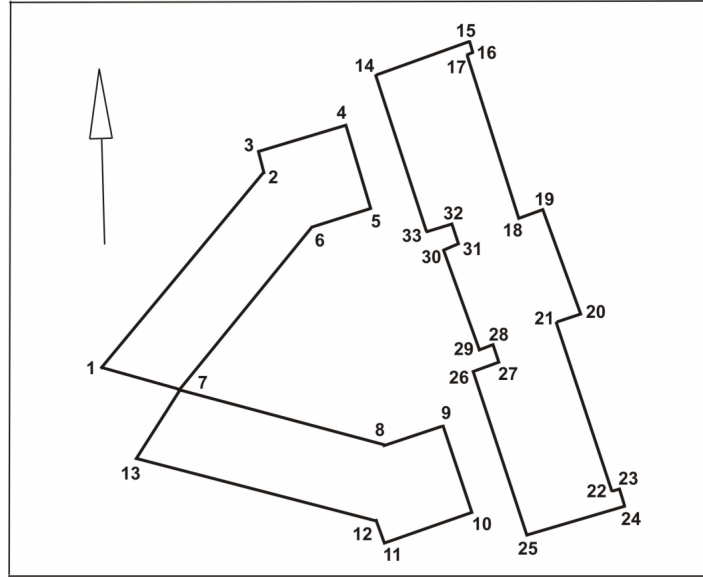
dir. Burada,

S: cephe uzunluğu (m)

dir. Tablo 2'de diğer alım yöntemleri ile bulunan cephe değerlerinden olması gereken cephe değerleri çıkarılarak d farkları bulunmuştur. Bulunan bu d farklarının d_{\max} değerini aşmaması gereklidir. Tablo 2 incelendiğinde yöntemlere göre aşan cephe sayıları görülebilir. Yine burada da GZK-GPS yönteminin diğerlerine göre daha hassas olduğu görülmektedir.

Tablo 1 Nokta Konum Doğruluğu.

NOKTA NO	APLIKASYON KOORDİNATLARI		DİK KOORDİNAT YÖNTEMİ					KUTUPSAL KOORDİNAT YÖNTEMİ					GZK GPS YÖNTEMİ				
	Y(m)	X(m)	Y(m)	X(m)	dy(m)	dx(m)	ds(m)	Y(m)	X(m)	dy(m)	dx(m)	ds(m)	Y(m)	X(m)	dy(m)	dx(m)	ds(m)
1	546481.96	4297959.64	546481.95	4297959.62	-0.01	-0.02	0.021	546481.98	4297959.68	0.02	0.04	0.044	546481.99	4297959.61	0.03	-0.03	0.041
2	546506.04	4297993.97	546506.01	4297994.01	-0.03	0.04	0.046	546506.05	4297993.99	0.02	0.02	0.024	546506.04	4297993.99	0.00	0.02	0.019
3	546504.81	4298001.02	546504.76	4298000.94	-0.05	-0.08	0.088	546504.81	4298001.06	0.00	0.04	0.044	546504.82	4298001.04	0.01	0.02	0.028
4	546526.11	4298003.85	546526.05	4298003.80	-0.06	-0.04	0.074	546526.17	4298003.89	0.06	0.04	0.076	546526.12	4298003.88	0.01	0.04	0.037
5	546529.97	4297983.79	546530.00	4297983.80	0.03	0.01	0.035	546529.94	4297983.80	-0.03	0.01	0.031	546530.01	4297983.79	0.04	0.00	0.042
6	546515.42	4297981.09	546515.40	4297981.09	-0.02	0.00	0.022	546515.44	4297981.11	0.02	0.02	0.025	546515.45	4297981.10	0.03	0.01	0.029
7	546494.19	4297951.56	546494.22	4297951.54	0.03	-0.02	0.032	546494.16	4297951.55	-0.03	-0.01	0.034	546494.21	4297951.58	0.02	0.02	0.026
8	546524.32	4297931.64	546524.35	4297931.68	0.03	0.04	0.052	546524.30	4297931.68	-0.02	0.04	0.051	546524.35	4297931.66	0.03	0.03	0.037
9	546538.83	4297934.13	546538.88	4297934.16	0.05	0.03	0.056	546538.85	4297934.15	0.02	0.02	0.026	546538.82	4297934.11	-0.01	-0.02	0.024
10	546542.77	4297912.68	546542.72	4297912.70	-0.05	0.02	0.056	546542.74	4297912.66	-0.03	-0.02	0.040	546542.79	4297912.63	0.02	-0.05	0.056
11	546521.30	4297909.06	546521.33	4297909.00	0.03	-0.06	0.068	546521.26	4297909.04	-0.04	-0.02	0.039	546521.25	4297909.08	-0.05	0.02	0.050
12	546519.91	4297915.85	546519.96	4297915.89	0.05	0.04	0.060	546519.91	4297915.87	0.00	0.02	0.017	546519.90	4297915.86	-0.01	0.01	0.015
13	546485.46	4297939.39	546485.46	4297939.38	0.00	-0.01	0.007	546485.44	4297939.37	-0.02	-0.02	0.027	546485.42	4297939.42	-0.04	0.03	0.048
14	546531.20	4298015.64	546531.15	4298015.74	-0.05	0.10	0.107	546531.22	4298015.69	0.02	0.05	0.053	546531.22	4298015.64	0.02	0.00	0.024
15	546554.14	4298019.49	546554.16	4298019.45	0.02	-0.04	0.046	546554.15	4298019.45	0.01	-0.04	0.042	546554.14	4298019.50	0.00	0.01	0.010
16	546554.61	4298016.54	546554.58	4298016.56	-0.03	0.02	0.033	546554.64	4298016.56	0.03	0.02	0.037	546554.63	4298016.49	0.02	-0.05	0.056
17	546552.83	4298016.27	546552.80	4298016.25	-0.03	-0.02	0.035	546552.80	4298016.24	-0.03	-0.03	0.043	546552.86	4298016.25	0.03	-0.02	0.040
18	546560.43	4297976.78	546560.37	4297976.71	-0.06	-0.07	0.091	546560.40	4297976.75	-0.03	-0.03	0.041	546560.42	4297976.75	-0.01	-0.03	0.029
19	546566.34	4297977.81	546566.30	4297977.84	-0.03	0.03	0.049	546566.35	4297977.84	0.02	0.03	0.037	546566.36	4297977.79	0.03	-0.02	0.030
20	546570.90	4297952.12	546570.95	4297952.12	0.05	0.00	0.052	546570.86	4297952.05	-0.04	-0.07	0.076	546570.86	4297952.10	-0.04	-0.02	0.041
21	546565.01	4297951.25	546565.00	4297951.25	-0.01	0.00	0.013	546565.00	4297951.20	-0.01	-0.05	0.053	546565.02	4297951.25	0.01	0.00	0.007
22	546571.82	4297911.09	546571.85	4297911.10	0.03	0.01	0.032	546571.85	4297911.09	0.03	0.00	0.030	546571.80	4297911.07	-0.02	-0.02	0.028
23	546573.48	4297911.27	546573.43	4297911.28	-0.05	0.01	0.049	546573.44	4297911.29	-0.04	0.02	0.042	546573.49	4297911.27	0.01	0.00	0.012
24	546574.22	4297907.24	546574.25	4297907.29	0.03	0.05	0.057	546574.23	4297907.26	0.01	0.02	0.021	546574.20	4297907.25	-0.02	0.01	0.019
25	546551.35	4297903.14	546551.27	4297903.15	-0.08	0.01	0.081	546551.37	4297903.08	0.02	-0.06	0.060	546551.33	4297903.16	-0.02	0.02	0.030
26	546544.52	4297942.80	546544.55	4297942.71	0.03	-0.09	0.093	546544.55	4297942.77	0.03	-0.03	0.040	546544.55	4297942.81	0.03	0.01	0.031
27	546551.31	4297944.03	546551.36	4297944.00	0.05	-0.03	0.052	546551.27	4297944.00	-0.04	-0.03	0.051	546551.30	4297944.00	-0.01	-0.03	0.029
28	546550.53	4297948.74	546550.50	4297948.75	-0.03	0.01	0.030	546550.56	4297948.77	0.03	0.03	0.045	546550.57	4297948.75	0.04	0.01	0.043
29	546547.18	4297948.15	546547.15	4297948.15	-0.03	0.00	0.030	546547.15	4297948.10	-0.03	-0.05	0.056	546547.21	4297948.16	0.03	0.01	0.033
30	546542.72	4297973.35	546542.75	4297973.30	0.03	-0.05	0.057	546542.70	4297973.37	-0.02	0.02	0.029	546542.70	4297973.31	-0.02	-0.04	0.041
31	546546.00	4297974.09	546546.03	4297974.12	0.03	0.03	0.042	546546.05	4297974.17	0.05	0.08	0.093	546545.98	4297974.06	-0.02	-0.03	0.037
32	546545.20	4297978.72	546545.15	4297978.70	-0.05	-0.02	0.055	546545.21	4297978.72	0.01	0.00	0.011	546545.21	4297978.74	0.01	0.02	0.019
33	546538.30	4297977.53	546538.29	4297977.54	-0.01	0.01	0.013	546538.33	4297977.53	0.03	0.00	0.029	546538.32	4297977.55	0.02	0.02	0.025



Şekil 4. Aplikasyonu yapılan binalar.

Tablo 2. Cephe Kontrolü.

NOKTA	CEPHE (m)	d max (m)	Dik	d (m)	Kutupsal	d (m)	RTK GPS	d (m)
1-2	41.93	0.051	41.97	0.038	41.91	-0.019	41.95	0.024
2-3	7.15	0.034	7.04	-0.110	7.18	0.027	7.15	0.002
3-4	21.49	0.041	21.48	-0.010	21.55	0.061	21.49	-0.003
4-5	20.43	0.040	20.39	-0.040	20.44	0.015	20.46	0.037
5-6	14.79	0.037	14.85	0.055	14.75	-0.046	14.81	0.013
6-7	36.37	0.048	36.36	-0.014	36.42	0.052	36.37	-0.004
7-8	36.12	0.048	36.09	-0.035	36.10	-0.022	36.13	0.006
8-9	14.72	0.037	14.74	0.018	14.76	0.036	14.68	-0.046
9-10	21.81	0.041	21.80	-0.006	21.84	0.032	21.84	0.037
10-11	21.78	0.041	21.71	-0.074	21.78	0.001	21.83	0.049
11-12	6.93	0.033	7.02	0.091	6.96	0.028	6.91	-0.021
12-13	41.73	0.051	41.74	0.014	41.72	-0.008	41.76	0.034
13-7	14.98	0.037	14.99	0.007	14.98	-0.001	15.00	0.024
7-1	14.66	0.037	14.69	0.033	14.64	-0.015	14.62	-0.037
14-15	23.26	0.042	23.31	0.045	23.24	-0.026	23.24	-0.020
15-16	2.99	0.031	2.92	-0.065	2.93	-0.054	3.05	0.064
16-17	1.80	0.031	1.81	0.006	1.87	0.066	1.79	-0.015
17-18	40.22	0.050	40.26	0.036	40.21	-0.008	40.22	-0.006
18-19	5.99	0.033	6.04	0.045	6.05	0.057	6.03	0.038
19-20	26.09	0.043	26.14	0.049	26.18	0.089	26.08	-0.011
20-21	5.95	0.033	6.01	0.064	5.92	-0.027	5.90	-0.047
21-22	40.73	0.050	40.73	-0.004	40.69	-0.043	40.75	0.014
22-23	1.67	0.031	1.59	-0.078	1.60	-0.065	1.70	0.034
23-24	4.10	0.032	4.07	-0.022	4.11	0.011	4.08	-0.013
24-25	23.23	0.042	23.35	0.116	23.24	0.005	23.23	-0.001
25-26	40.24	0.050	40.13	-0.118	40.27	0.027	40.23	-0.019
26-27	6.90	0.033	6.93	0.028	6.83	-0.071	6.85	-0.049
27-28	4.78	0.032	4.83	0.048	4.82	0.043	4.81	0.027
28-29	3.40	0.032	3.40	0.003	3.48	0.075	3.41	0.011
29-30	25.59	0.043	25.53	-0.060	25.66	0.067	25.55	-0.041
30-31	3.37	0.032	3.38	0.015	3.44	0.079	3.36	-0.001
31-32	4.70	0.032	4.66	-0.037	4.63	-0.070	4.74	0.042
32-33	7.00	0.034	6.96	-0.043	6.98	-0.018	6.99	-0.008

5. SONUÇLAR

Her ülkede inşaat sektörü, ekonomik yapı içerisinde ayrı bir yere ve öneme sahiptir. Yüzlerce çeşit mal ve hizmet üretimi ile olan doğrudan bağlantısı ve yoğun iş gücü kullanımı ve sosyo-ekonomik refah düzeyine olan katkısı, bu sektörün ülke içerisinde önemli yere sahip olduğunu göstermektedir. Sektörün hızını ve kalitesini artırabilmesi için güncel teknolojiyi sürekli takip etmesi ve uygulaması gereklidir.

Buna yönelik bu çalışmada hesaplanan tablo değerlerine bakıldığında, Tablo 1’de sınır değerini aşan değerler olarak dik koordinat yöntemine göre maksimum hata 10.7 cm, kutupsal koordinat yönteminde 9.3 cm’dir. GZK-GPS yönteminde ise 5.6 cm ile sınır değerinin altında bir değer çıkmıştır. Tablo 2’de ise dik koordinat yönteminde 17 cephede sınır değeri aşılmıştır ve sınırı aşan maksimum değer 11.8 cm dir. Kutupsal koordinat yöntemde ise sınır değerini aşan cephe sayısı 14 ve maksimum değer 8.9 cm dir. GZK-GPS yönteminde ise 8 cephe sınır değerini aşmıştır ve aşan değerler sınır değerine yakın değerlerdir ve maksimum değeri 6.4 cm dir.

Toplu konut çalışmaları ve Mortgage sisteminin gündeme gelmesiyle inşaat sektörü talep üzerine hızlanmış ve zamana karşı bir yarış başlamıştır. Bundan dolayı inşaatın başlangıcından son aşamasına kadar hızlı ve doğru bir şekilde çalışılması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada kullanılan GZK-GPS yönteminin özellikle büyük toplu konut projelerinde zamandan ve işgücünden tasarruf sağlanacak ve ölçüm doğruluğu gibi faydaları sayesinde gelecek yıllarda özellikle inşaat sektöründe de kullanılacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aykut, N., O., Doğan, U., Ata, E., Arı, A., (2005), “GPS İle Kıyı Çizgisinin Belirlenmesi, Karaburun Örneği”, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ – İstanbul, s. 329-336.
2. Langley, R.B., (1998), RTK GPS, GPS World, September, pg.70.
3. Aydın, Ö., Ata, E., Pırtı, A., (2004), “RTK Sisteminin Poligon Ölçmelerinde Kullanımı”, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sayı 1, Yıldız, İstanbul, s. 56-63.
4. Sickle, J. V., (2001), ”GPS for Land Surveyors, Second Edition”, Taylor&Francis, New York, USA, s. 228.
5. Mekik, Ç., Arslanoğlu, M., (2003), “Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Konumlarının Duyarlık Analizi ve Bir Örnek Uygulama”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, s. 549-558.
6. Yılmaz, İ., Tiryakioğlu, İ., Taktak, F., Uysal, M., (2006), “Using RTK GPS Method In Creation Of Digital Terrain Models”, International Cartographic Association, Borovets-Bulgaria.
7. Taktak, F., Tiryakioğlu, İ., Yılmaz, İ., (2005), “GPS’de Kullanılan Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığına Olan Etkilerinin İrdelenmesi”, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul, s. 641-648.
8. URL. 1, Proje Aplikasyonu, http://www.jefo.com.tr/Calisma_Konulari4.htm